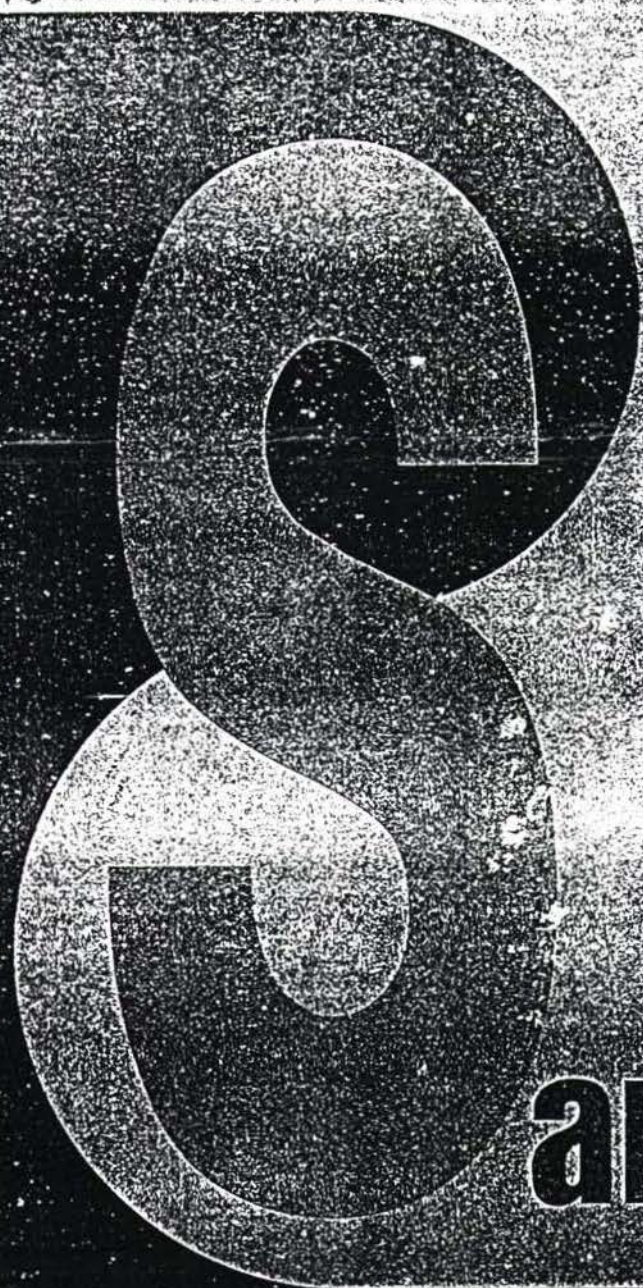


Asociația Inginerilor de Instalații din România

96/697

M30



anitare

manualul de

INSTALAȚII

CUPRINS

1. ELEMENTE GENERALE

1.1 Fazele de elaborare a documentațiilor tehnicoeconomice necesare realizării obiectivelor de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice	2
1.1.1 Tema de proiectare	2
1.1.2 Studiul de prefezabilitate	2
1.1.3 Studiul de fezabilitate	3
1.1.4 Proiectul tehnic și caietul de sarcini	3
1.1.5 Detalii de execuție	4
1.2 Încadrarea obiectivelor de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, în sistemele de lucrări hidroedilitare și de gaze ale localităților	4
1.2.1 Autorizația de construire	4
1.2.2 Planurile urbanistice	4
1.2.3 Avize și acorduri	4
1.3 Cerințele esențiale de calitate și criterii de performanțe pentru instalațiile sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice	4
1.4 Reglementări tehnice specifice pentru instalații sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice	5

2. INSTALAȚII DE ALIMENTARE CU APĂ

2.1 Surse de alimentare cu apă	8
2.2 Cantitatea și calitatea de apă necesară pentru diferite folosințe	8
2.2.1 Structura, normele generale și variațiile consumurilor de apă	8
2.2.1.1 Structura consumului de apă	8
2.2.1.2 Normele consumului de apă	9
2.2.1.3 Variația consumului de apă	10
2.2.2 Normele de calitate ale apei necesare pentru diferite folosințe	10
2.2.3 Procesele și instalațiile principale pentru corectarea calității apei	11
2.2.4 Gestiunea și tariful consumului de apă	11
2.3 Sisteme și scheme generale de instalații de alimentare cu apă	12
2.3.1 Soluții privind sistemele și schemele generale de alimentare cu apă	12
2.3.2 Criterii de clasificare și condiții de realizare a instalațiilor de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri	13
2.4 Instalații interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer	14
2.4.1 Soluții constructive și scheme ale instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer	14
2.4.1.1 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și respectiv, cu apă caldă de consum, în sistem cu contorizare individuală (pe apartament)	14
2.4.1.2 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și respectiv, cu apă caldă de consum, în sistem cu contorizare colectivă	17
2.4.1.3 Reabilitarea și modernizarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum	18
2.4.1.4 Implicațiile schimbării destinației clădirii asupra instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum	18
2.4.2 Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum	18
2.4.2.1 Țevi și fittinguri metalice	18
2.4.2.2 Țevi și fittinguri din materiale plastice	19
2.4.2.3 Armături	19
2.4.2.4 Aparatură de măsură și control	21
2.4.2.5 Obiecte sanitare, armături și accesorii	23
2.4.2.6 Armături pentru alimentarea cu apă a obiectelor sanitare	32
2.4.2.7 Accesorii pentru obiecte sanitare	36
2.4.3 Stabilirea tipurilor, determinarea numărului obiectelor sanitare și amplasarea lor pe planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme	36
2.4.3.1 Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare	36
2.4.3.2 Amplasarea obiectelor sanitare în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme	41

II Cuprins

2.4.4	Calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer	41
2.4.4.1	Debite specifice, echivalenți de debite, presiuni normale de utilizare pentru armăturile obiectelor sanitare	41
2.4.4.2	Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor	42
2.4.4.3	Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină	45
	- Exemple de calcul	51
2.5	Instalații interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor	75
2.5.1	Elemente fundamentale privind siguranța la foc a construcțiilor și instalațiilor aferente	75
2.5.1.1	Concepția generală privind siguranța la foc	75
2.5.1.2	Prescripții fundamentale privind siguranța la foc a construcțiilor în ansamblu și a principalelor părți componente ale acestora	75
2.5.1.3	Prescripțiile principale de proiectare și realizare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor	79
2.5.2	Materiale și echipamente specifice instalațiilor de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor	79
2.5.2.1	Detectoare de incendiu	79
2.5.2.2	Centralele de detecție și semnalizare a incendiilor	80
2.5.2.3	Hidranți interiori și echipamente de serviciu	81
2.5.2.4	Sprinklere	81
2.5.2.5	Drencere	82
2.5.2.6	Aparate de control și semnalizare (ACS)	82
2.5.2.7	Pulverizatoare	83
2.5.2.8	Țevi, fittinguri și armături	83
2.5.3	Instalații cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor	83
2.5.3.1	Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților	83
2.5.3.2	Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor	87
	- Exemple de calcul	88
2.5.4	Instalații automate cu sprinklere pentru combaterea incendiilor	90
2.5.4.1	Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații automate cu sprinklere	90
2.5.4.2	Soluții constructive și scheme pentru instalații cu sprinklere	90
2.5.4.3	Calculul hidraulic al conductelor de alimentare cu apă rece a sprinklerelor	95
	- Exemplu de calcul	96
2.5.5	Instalații cu drenere pentru combaterea incendiilor	98
2.5.5.1	Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații cu drenere	98
2.5.5.2	Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă a drenecelor	98
2.5.5.3	Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a drenecelor	102
2.5.6	Instalații fixe de stingere a incendiului cu apă pulverizată	102
2.5.6.1	Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații fixe de apă pulverizată	102
2.5.6.2	Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe cu apă pulverizată	102
2.5.6.3	Dimensionarea conductelor instalației fixe de stins incendiul cu apă pulverizată	103
	- Exemple de calcul	104
2.6	Rețele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri	112
2.6.1	Sisteme, scheme și condiții de realizare a rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri	112
2.6.1.1	Alcătuirea și clasificarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece	112
2.6.1.2	Rețele exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri	112
2.6.1.3	Racordarea instalațiilor interioare la rețelele exterioare de alimentare cu apă sau la surse (bransamente)	113
2.6.1.4	Amplasarea (pozarea) rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece	114
2.6.2	Materiale și echipamente specifice pentru rețelele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri	114
2.6.2.1	Conducte și armături	114
2.6.2.2	Hidranți exteriori pentru stingerea incendiilor	114
2.6.2.3	Hidranți pentru stropit spații verzi	115
2.6.3	Dimensionarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri	115
2.6.3.1	Stabilirea tipurilor și numărului punctelor de consum alimentate cu apă rece din rețelele exterioare	115
2.6.3.2	Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri	117
2.6.3.3	Dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri și calculul pierderilor totale de sarcină	120
2.6.3.4	Dimensionarea conductelor de bransament	121

2.6.4 Exemple de calcul	122
2.7 Instalații pentru acumularea (stocarea) apei reci	125
2.7.1 Soluții constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor	125
2.7.1.1 Rezervoare la sol și îngropate în sol	125
2.7.1.2 Castele de apă	126
2.7.1.3 Rezervoare de înălțime	127
2.7.2 Calculul volumului necesar (capacității) rezervoarelor pentru acumularea apei reci	127
2.7.2.1 Calculul volumului rezervei de apă pentru combaterea incendiului	127
2.7.2.2 Calculul volumului rezervei de apă pentru cazuri de avarii	128
2.7.2.3 Calculul volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere sau industriale	128
2.7.3 Calculul hidraulic al conductelor aferente rezervoarelor de acumulare a apei reci	129
2.7.3.1 Determinarea diametrului și numărului robinetelor cu plutitor	129
2.7.3.2 Dimensionarea conductei de preaplin și a conductei de golire a rezervorului de acumulare a apei reci	129
2.7.4 Exemple de calcul	130
2.8 Instalații pentru ridicarea presiunii apei reci	132
2.8.1 Elemente de bază privind funcționarea pompelor în instalațiile hidraulice	132
2.8.1.1 Clasificarea pompelor	132
2.8.1.2 Curbele caracteristice la turație constantă ale unei pompe centrifuge	132
2.8.1.3 Calculul înălțimii de pompare a apei	133
2.8.1.4 Determinarea punctului de funcționare a instalației de pompare. Energia specifică de pompare a apei	133
2.8.1.5 Calculul înălțimii geodezice de aspirație. Cavitația pompelor	134
2.8.1.6 Funcționarea pompelor cuplate	135
2.8.1.7 Reglarea pompelor	137
2.8.2 Materiale, aparate, echipamente și agregate pentru instalațiile de pompare a apei	139
2.8.2.1 Pompe	139
2.8.2.2 Recipiente de hidrofor	140
2.8.2.3 Rezervoare tampon	141
2.8.2.4 Aparare de automatizare, siguranță și control pentru instalații de pompare a apei	141
2.8.3 Soluții constructive, scheme și dimensionarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei reci	141
2.8.3.1 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și recipiente de hidrofor	141
2.8.3.2 Grupuri de pompe cu turație variabilă, cuplate în paralel (sistem HYDROMULTI)	144
2.8.3.3 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și rezervoare de înălțime	144
2.8.3.4 Particularități ale instalațiilor de pompare a apei necesară stingerii incendiului	145
2.8.4 Exemple de calcul	146
2.9 Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum	147
2.9.1 Soluții constructive și scheme de instalații	147
2.9.1.1 Elemente de bază pentru adoptarea soluțiilor constructive și schemelor de instalații	147
2.9.1.2 Instalații centrale de preparare a apei calde de consum, în sisteme cu acumulare	147
2.9.1.3 Instalații centrale de preparare a apei calde de consum, în sisteme fără acumulare	149
2.9.2 Materiale și echipamente pentru instalații centrale de preparare a apei calde de consum	151
2.9.2.1 Schimbătoare de căldură	151
2.9.2.2 Pompe de circulație a apei calde de consum	152
2.9.2.3 Armături de închidere, reglare, siguranță și control	152
2.9.3 Calculul instalațiilor centrale de preparare a apei calde de consum	152
2.9.3.1 Debitul de calcul pentru apă caldă de consum	153
2.9.3.2 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum	153
2.9.3.3 Calculul termic al boilerului	153
2.9.3.4 Calculul volumului (capacității) rezervoarelor (acumulatoarelor) de apă caldă (fără serpentină interioară de încălzire)	154
2.9.3.5 Calculul termic al schimbătoarelor de căldură recuperative, cu circulația agenților termici în contracurent	155
2.9.4 Rețele de conducte pentru distribuția și circulația apei calde de consum	158
2.9.4.1 Rețele de conducte pentru distribuția apei calde de consum	158
2.9.4.2 Rețele de conducte pentru circulația apei calde de consum	159
2.9.5 Exemple de calcul	161
2.10 Instalații locale pentru prepararea apei calde de consum	163
2.10.1 Aparare electrice pentru prepararea locală a apei calde de consum	163
2.10.1.1 Încălzitoare electrice instantanee	163
2.10.1.2 Boilere electrice	163
2.10.2 Aparare pentru prepararea locală a apei calde de consum, folosind gaze naturale	164

IV Cuprins

2.10.2.1 Încălzitoare instantanee de apă	164
2.10.2.2 Boilere generatoare de apă caldă	164
2.10.3 Cazane pentru prepararea locală a apei calde de consum	164
2.10.4 instalații solare pentru prepararea locală a apei calde de consum	165
2.11 Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă	166
2.11.1 Organizarea lucrărilor de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă	166
2.11.2 Trasarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă de consum	166
2.11.3 Executarea străpungerilor și slițurilor în elemente de construcție în vederea montării instalațiilor interioare	167
2.11.4 Tehnologia de executare și montare a rețelelor interioare de conducte și a armăturilor anexe	167
2.11.4.1 Executarea și montarea conductelor principale de distribuție a apei	167
2.11.4.2 Montarea coloanelor	169
2.11.4.3 Montarea conductelor de legătură de la coloane la armăturile obiectelor sanitare	170
2.11.4.4 Montarea armăturilor obiectelor sanitare	170
2.11.5 Montarea obiectelor sanitare și a accesoriilor acestora	170
2.11.6 Tehnologia de executare și montare a conductei de branșament	171
2.11.7 Montarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece cu apă caldă de consum	171
2.11.7.1 Montarea subterană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece	171
2.11.7.2 Montarea aeriană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă	172
2.11.8 Montarea echipamentelor și utilajelor	172
2.11.8.1 Montarea pompelor și racordarea la instalație	172
2.11.8.2 Montarea echipamentelor de pompare a apei, cuplată cu recipiente de hidrofor	173
2.11.8.3 Montarea rezervoarelor	173
2.11.9 Probarea și recepția instalațiilor cu apă	173
2.11.9.1 Probarea și recepția instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum	173
2.11.9.2 Probarea și recepția rețelelor exterioare de alimentare cu apă	174
2.12 Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă	174
3. INSTALAȚII DE CANALIZARE	
3.1 Caracteristicile apelor uzate și normele de protecție a mediului	176
3.1.1 Caracteristicile apelor uzate	176
3.1.2 Condițiile de evacuare a apelor uzate în canalizările localităților și normele de protecție a mediului	176
3.2 Sisteme și scheme generale de realizare a instalațiilor de canalizare	177
3.3 Instalații interioare de canalizare a apelor uzate menajere	179
3.3.1 Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate menajere	179
3.3.1.1 Rețele de conducte pentru evacuarea apelor uzate menajere	179
3.3.1.2 Conducte de ventilație naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere	181
3.3.1.3 Racordarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate la rețeaua exterioară de canalizare	183
3.3.2 Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere	184
3.3.2.1 Țevi, tuburi și piese de legătură pentru canalizări	184
3.3.2.2 Ventile de scurgere pentru obiecte sanitare	186
3.3.2.3 Sifoane pentru obiecte sanitare, mașini de spălat vase și mașini de spălat rufe	186
3.3.2.4 Sifoane de pardoseală	186
3.3.2.5 Închizătoare cu sertar contra refulării apei uzate	187
3.3.3 Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere	187
3.3.3.1 Debite specifice, echivalenți de debite și debite de calcul	187
3.3.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate menajere - Exemple de calcul	189
3.4 Instalații interioare de canalizare a apelor uzate industriale	204
3.4.1 Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate industriale	204
3.4.2 Materiale specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate industriale	204
3.4.3 Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate industriale	205
3.4.3.1 Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate industriale	205
3.4.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate industriale	205
3.5 Instalații interioare de canalizare a apelor meteorice	205
3.5.1 Soluții constructive pentru instalațiile interioare de canalizare a apelor meteorice	205
3.5.2 Materiale și echipamente specifice instalațiilor de canalizare a apelor meteorice	207
3.5.3 Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor meteorice	207

3.5.3.1 Debitul specific al receptoarelor de ape meteorice și debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor	207
3.5.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor meteorice	209
3.5.4 Exemple de calcul	213
3.6 Rețele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	214
3.6.1 Încadrarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri în schemele și sistemele de canalizare a localităților	214
3.6.2 Materiale și echipamente utilizate la realizarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	216
3.6.3 Construcții accesorii ale rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	216
3.6.4 Dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	217
3.6.4.1 Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor	217
3.6.4.2 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	220
3.6.4.3 Dimensionarea gurilor de scurgere	221
3.6.4.4 Dimensionarea deversoarelor	221
3.6.4.5 Dimensionarea bazinelor de retenție	221
3.6.5 Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	221
3.6.6 Exemple de calcul	222
3.7 Instalații de pompare a apelor de canalizare	227
3.7.1 Soluții constructive și scheme pentru instalații de pompare a apelor de canalizare	227
3.7.2 Echipamente și utilaje specifice folosite pentru pomparea apelor de canalizare	228
3.7.3 Calculul instalațiilor de pompare a apelor de canalizare	229
- Exemplu de calcul	230
3.8 Instalații locale de epurare a apelor uzate	230
3.8.1 Procedee, procese și scheme generale de epurare a apelor uzate	230
3.8.1.1 Procedee de epurare	230
3.8.1.2 Procese principale folosite la epurarea apelor uzate	230
3.8.1.3 Scheme generale de epurare a apelor uzate	232
3.8.2 Echipamente, utilaje și aparate pentru epurarea locală a apelor uzate	234
3.8.2.1 Grătare și site	234
3.8.2.2 Separatoare de nisip, nămol sau resturi alimentare	235
3.8.2.3 Separatoare de grăsimi sau uleiuri	236
3.8.2.4 Echipamente și instalații locale de epurare chimică a apelor uzate	239
3.8.2.5 Echipamente și instalații locale de epurare mecanobiologică artificială a apelor uzate	239
3.9 Tehnologii de execuție și montare a instalațiilor de canalizare	241
3.9.1 Scule, utilaje și dispozitive folosite la execuția și montarea instalațiilor de canalizare	241
3.9.2 Montarea rețelelor interioare de canalizare	241
3.9.3 Racordarea obiectelor sanitare la rețeaua interioară de canalizare	243
3.9.4 Montarea receptoarelor de ape meteorice	247
3.9.5 Executarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri	247
3.9.5.1 Trasarea și executarea șanțurilor pentru montarea tuburilor de canalizare	247
3.9.5.2 Montarea conductelor (tuburilor) de canalizare	247
3.9.5.3 Executarea construcțiilor accesorii ale rețelelor exterioare de canalizare	248
3.9.6 Probarea și recepția instalațiilor de canalizare	248
3.9.6.1 Instalații interioare	248
3.9.6.2 Instalații exterioare de canalizare	248
3.9.7 Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de canalizare	248
4. INSTALAȚII SANITARE PENTRU FOLOSINȚĂ PUBLICĂ	
4.1 Bazine de înot (piscine)	250
4.1.1 Calitatea apei din bazinele de înot	250
4.1.2 Soluții constructive și scheme de realizare a instalațiilor hidraulice pentru bazine de înot	250
4.1.2.1 Schema generală a instalațiilor de tratare a apei	250
4.1.2.2 Dispozitive de preluare de suprafață: deversoare, sparge-val, rigole, skimere	251
4.1.2.3 Prize de aspirație	251
4.1.2.4 Prize de fund (piese de evacuare)	251
4.1.2.5 Duze de injecții	252
4.1.2.6 Dispozitive (echipamente) pentru înot în contracurent	252
4.1.2.7 Dispozitive (echipamente) pentru hidroterapie	252
4.1.2.8 Dispozitive (echipamente) pentru spălarea bazinelor de înot	252
4.1.3 Dimensionarea instalațiilor hidraulice ale bazinelor de înot	252
4.1.3.1 Debitul de calcul	252
4.1.3.2 Calculul instalației de tratare a apei	253

4.2 Băi publice	253
4.3 Bucătării mari pentru restaurante, hoteluri, spitale, cantine	254
4.4 Spitale, policlinici, complexe balneare	254
4.5 Spălătorii de rufe și curățătorii chimice	255
4.6 Closete publice	256
4.7 Fântâni arteziene cu jocuri de apă	257
4.8 Fântâni publice pentru băut apă	259
4.9 Instalații pentru stropit spații verzi	259
4.10 Instalații de alimentare cu apă și canalizare în piețe publice fixe sau volante, amplasate în aer liber	260
5. INSTALAȚII SANITARE ÎN CLĂDIRI IZOLATE	
5.1 Instalații locale de alimentare cu apă rece	262
5.2 Instalații locale de canalizare	262
6. INSTALAȚII DE GAZE NATURALE COMBUSTIBILE	
6.1 Proprietățile fizice principale ale gazelor naturale combustibile	266
6.1.1 Stări de referință pentru gaze naturale combustibile	266
6.1.2 Treptele de presiuni în instalațiile de gaze naturale combustibile	266
6.1.3 Densitatea gazelor naturale combustibile	266
6.1.4 Vâscozitatea gazelor naturale combustibile	266
6.2 Arderea gazelor naturale combustibile	266
6.2.1 Temperatura de aprindere	267
6.2.2 Limite de amestec	267
6.2.3 Viteza de ardere	267
6.2.4 Autoaprinderea sau explozia	268
6.2.5 Calculul arderii gazelor naturale combustibile	268
6.2.6 Ardere completă, ardere incompletă	271
6.2.7 Controlul arderii	271
6.3 Materiale și aparate pentru instalații de gaze naturale combustibile	273
6.3.1 Țevi și fittinguri metalice	273
6.3.2 Țevi și fittinguri din polietilenă (PE) de înaltă densitate	273
6.3.3 Armături	273
6.3.4 Arzătoare de gaze naturale combustibile	273
6.3.5 Aparat de utilizare a gazelor naturale combustibile	275
6.3.6 Detectoare de gaze, dispozitive și armături de siguranță și blocare	275
6.3.6.1 Detectoare de gaze	275
6.3.6.2 Supape de blocare a conductelor de gaze naturale combustibile	276
6.3.6.3 Dispozitive de siguranță cu flacără de veghe	277
6.3.6.4 Supape de siguranță	277
6.3.7 Filtre de praf pentru gaze naturale combustibile	277
6.3.8 Separatoare de lichide	278
6.3.8.1 Separatoare gravitaționale	278
6.3.8.2 Separatoare centrifugale	278
6.3.9 Regulate de presiune pentru gaze naturale combustibile	278
6.3.9.1 Regulate automate de presiune, cu acționare directă	279
6.3.9.2 Regulate automate de presiune, cu acționare indirectă	280
6.3.10 Aparat pentru măsurarea și înregistrarea debitelor de gaze naturale combustibile	281
6.3.10.1 Contoare volumetrice	281
6.3.10.2 Contoare diferențiale	282
6.3.11 Aparat pentru măsurarea presiunii gazelor naturale combustibile	282
6.4 Instalații interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile	282
6.4.1 Condiții pentru utilizarea gazelor naturale combustibile în clădiri	282
6.4.2 Soluții constructive și scheme de realizare a instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile	284
6.4.2.1 Scheme generale de realizare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile	284
6.4.2.2 Soluții constructive pentru racordarea aparatelor de utilizare și a arzătoarelor de gaze naturale combustibile la rețeaua de conducte	284
6.4.2.3 Soluții constructive pentru realizarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile	285
6.4.2.4 Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor de ardere	286
6.4.3 Dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile de joasă presiune	287

6.4.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune	287
6.4.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de gaze naturale de joasă presiune	287
6.4.3.3 Dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile	288
- Exemple de calcul	290
6.5 Branșamente și racorduri ale instalațiilor interioare la rețelele exterioare de gaze naturale combustibile	293
6.6 Stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile	295
6.6.1 Stații cu o singură treaptă de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze naturale combustibile	295
6.6.2 Stații cu două sau mai multe trepte de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile	296
6.6.3 Posturi pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile	296
6.6.4 Construcții pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile	297
6.7 Rețele exterioare de gaze naturale combustibile	297
6.7.1 Soluții constructive și scheme pentru rețelele exterioare de gaze naturale combustibile	297
6.7.2 Protecția anticorosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile	298
6.7.2.1 Cauzele care provoacă coroziunea conductelor metalice pentru transportul și distribuția gazelor naturale combustibile	298
6.7.2.2 Măsurile de protecție anticorosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile	298
6.7.3 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile	299
6.7.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile	299
6.7.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de gaze naturale de joasă presiune	300
6.7.3.3 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile (presiune medie sau redusă)	300
6.8 Tehnologia de executare și montare a instalațiilor de gaze naturale combustibile	301
6.8.1 Tehnologii de montare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile	301
6.8.1.1 Montarea contoarelor de gaze naturale combustibile	301
6.8.1.2 Montarea coloanei de alimentare cu gaze naturale combustibile a instalației interioare	301
6.8.1.3 Montarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile	301
6.8.1.4 Montarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare	301
6.8.1.5 Probarea și recepția instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile	302
6.8.2 Tehnologia de montare a bransamentelor de gaze naturale combustibile	302
6.8.3 Tehnologia de montare a stațiilor și posturilor pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile	302
6.8.3.1 Amplasarea și montarea echipamentelor	302
6.8.3.2 Probarea și recepția stațiilor și posturilor de reglare	304
6.8.4 Tehnologia de montare a rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile	304
6.8.4.1 Montarea subterană a rețelelor exterioare de gaze naturale	304
6.8.4.2 Montarea aeriană a rețelelor exterioare de gaze naturale	305
6.8.4.3 Probarea și recepția rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile	305
6.9 Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze naturale combustibile	305
7. INSTALAȚII DE GAZE PETROLIERE LICHEFIATE	
7.1 Proprietățile principale ale gazelor petroliere lichificate	308
7.2 Arderea gazelor petroliere lichificate	308
7.3 Materiale, aparate și butelii pentru gaze petroliere lichificate	308
7.3.1 Țevi și fittinguri metalice	308
7.3.2 Racorduri flexibile	308
7.3.3 Recipiente pentru gaze petroliere lichificate	308
7.3.3.1 Recipiente mobile (butelii) pentru gaze petroliere lichificate	308
7.3.3.2 Recipiente stabile pentru gaze petroliere lichificate	309
7.3.4 Armături	309
7.3.4.1 Robinete pentru conducte	309

7.3.4.2 Robinete pentru butelii de gaze petroliere lichefiate	309
7.3.4.3 Armături pentru recipiente stabile de gaze petroliere lichefiate	309
7.3.5 Regulate de presiune pentru gaze petroliere lichefiate	310
7.3.6 Contoare de gaze petroliere lichefiate	311
7.3.7 Arzătoare și aparate de utilizare pentru gaze petroliere lichefiate	311
7.4 Instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate	311
7.4.1 Soluții constructive și scheme pentru instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate	311
7.4.1.1 Instalații interioare de gaze petroliere lichefiate, cu conducte din țevi din oțel	311
7.4.1.2 Instalații locale de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile	312
7.4.2 Dimensionarea conductelor cu țevi din oțel pentru instalații de gaze petroliere lichefiate	313
- Exemple de calcul	313
7.5 Instalații exterioare de gaze petroliere lichefiate	314
7.5.1 Instalații de depozitare în recipiente mobile (butelii) a gazelor petroliere lichefiate	314
7.5.1.1 Schema generală și funcționarea instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate	314
7.5.1.2 Construcția instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate	314
7.5.2 Instalații de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate	315
7.5.3 Rețele exterioare de gaze petroliere lichefiate	315
7.6 Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate	316
7.6.1 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate	316
7.6.1.1 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu conducte din țevi de oțel	316
7.6.1.2 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile	317
7.6.2 Montarea instalațiilor exterioare de gaze petroliere lichefiate	317
7.6.2.1 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate	317
7.6.2.2 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate	317
7.6.2.3 Montarea rețelilor exterioare de gaze petroliere lichefiate	318
7.6.3 Probarea și recepția instalațiilor de gaze petroliere lichefiate	318
7.6.3.1 Proba preliminară	318
7.6.3.2 Proba de rezistență	318
7.6.3.3 Proba de etanșeitate	318
7.7 Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate	319
8. INSTALAȚII DE FLUIDE TEHNOLOGICE	
8.1 Instalații de aer comprimat	322
8.1.1 Soluții constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor de aer comprimat	322
8.1.1.1 Elementele componente și clasificarea instalațiilor de aer comprimat	322
8.1.1.2 Instalații locale de aer comprimat	322
8.1.1.3 Instalații centrale de aer comprimat	322
8.1.1.4 Rețeaua de conducte a instalației centrale de aer comprimat	323
8.1.2 Materiale, echipamente și utilaje specifice instalațiilor de aer comprimat	324
8.1.2.1 Compresoare de aer	324
8.1.2.2 Rezervoare-tampon pentru aer comprimat	325
8.1.2.3 Filtre de aer	325
8.1.2.4 Uscătoare de aer comprimat	325
8.1.3 Dimensionarea conductelor instalațiilor de aer comprimat	325
- Exemplu de calcul	327
8.2 Instalații de oxigen	327
8.2.1 Proprietățile și utilizările oxigenului	327
8.2.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații de oxigen	327
8.2.2.1 Instalații pentru distribuția și utilizarea oxigenului gazos	327
8.2.2.2 Instalații pentru transportul și distribuția oxigenului lichid	328
8.2.3 Materiale, echipamente și aparate pentru instalații de oxigen	329
8.2.3.1 Conducte și armături	329
8.2.3.2 Butelii de oxigen	329

8.2.3.3 Reductoare de presiune pentru oxigen	3
8.2.4 Dimensionarea conductelor de distribuție a oxigenului gazos	3
- Exemplu de calcul	3
8.3 Instalații de acetilenă	3
8.3.1 Proprietățile și utilizările acetilenei	3
8.3.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații de acetilenă	3
8.3.2.1 Stații centrale pentru producerea și distribuția acetilenei	3
8.3.2.2 Rețele de conducte pentru distribuția acetilenei	3
8.3.2.3 Instalații locale pentru distribuția și utilizarea acetilenei	3
8.3.3 Materiale și aparate pentru instalațiile de acetilenă	3
8.3.3.1 Generatoare de acetilenă	3
8.3.3.2 Aparate pentru spălarea, epurarea și răcirea acetilenei	3
8.3.3.3 Dispozitive de siguranță pentru instalațiile de acetilenă	3
8.3.3.4 Butelii de acetilenă	3
8.3.3.5 Reductoare de presiune pentru acetilenă	3
8.3.3.6 Țevi, fittinguri și armături pentru instalații de acetilenă	3
8.3.4 Dimensionarea instalațiilor de acetilenă	3
8.3.4.1 Debitul de acetilenă produs de un generator	3
8.3.4.2 Debite de apă necesare pentru producerea și răcirea acetilenei	3
8.3.4.3 Dimensionarea conductelor pentru distribuția acetilenei	3
- Exemplu de calcul	3
8.4 Instalații de hidrogen	3
8.4.1 Proprietățile și utilizările hidrogenului	3
8.4.2 Instalații pentru distribuția hidrogenului	3
8.5 Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor	3
8.5.1 Instalații cu dioxid de carbon	3
8.5.1.1 Proprietățile dioxidului de carbon ca substanță de stingere a incendiilor	3
8.5.1.2 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon	3
8.5.1.3 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon	3
8.5.1.4 Materiale, echipamente, dispozitive și aparate pentru instalațiile de stins incendii cu dioxid de carbon	3
8.5.1.5 Dimensiunea conductelor instalațiilor cu dioxid de carbon	3
8.5.2 Instalații fixe de stingere a incendiilor cu FM200	3
8.5.2.1 Proprietățile substanței de stingere a incendiilor FM200	3
8.5.2.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu FM200	3
8.5.3 Instalații cu azot	3
8.5.3.1 Proprietățile azotului ca substanță de stingere a incendiilor	3
8.5.3.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot	3
8.5.3.3 Dimensionarea instalațiilor fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot	3
8.5.4 Instalații de stingere a incendiilor cu spumă	3
8.5.4.1 Proprietățile spumantilor concentrați și ale spumei folosite la stingerea incendiilor	3
8.5.4.2 Soluții constructive și scheme pentru instalațiile de stingere a incendiilor cu spumă	3
8.5.4.3 Dimensionarea instalațiilor de stingere a incendiilor cu spumă	3
8.5.5 Instalații cu pulberi stingătoare de incendiu	3
8.5.5.1 Proprietățile pulberilor stingătoare de incendiu	3
8.5.5.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații cu pulberi stingătoare de incendiu	3
8.6 Tehnologii de executare și montare a instalațiilor cu fluide tehnologice	3
8.6.1 Instalații de aer comprimat	3
8.6.2 Instalații de oxigen	3
8.6.3 Instalații de acetilenă	3
8.6.4 Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor	3
8.7 Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor cu fluide tehnologice	3

I. Instalații sanitare

Capitolul 1 Elemente generale

1.1. Fazele de elaborare a documentațiilor tehnico-economice necesare realizării obiectivelor de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice

Documentațiile tehnico-economice pentru obiectivele de investiții publice se elaborează (conform „Normelor metodologice privind conținutul cadru al proiectelor – pe faze de proiectare – al documentelor de licitație, al ofertelor și al contractelor pentru execuția investițiilor”) în următoarele faze:

- studiu de fezabilitate (SPF);
- studiu de fezabilitate (SF);
- proiect tehnic (PT) și caiet de sarcini;
- detalii de execuție (DDE).

Documentațiile tehnico-economice de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, se elaborează pe baza datelor cuprinse în *tema de proiectare*.

1.1.1. Tema de proiectare

Face parte integrantă din fazele inițiale de proiectare, SPF și SF.

Pentru instalațiile de alimentare cu apă și canalizare, tema de proiectare (având anexate planurile de arhitectură ale clădirii) cuprinde următoarele date principale:

- destinația, categoria de importanță și caracteristicile constructive ale clădirii: clădiri de locuit, administrative, social-culturale, industriale sau agrozootehnice; numărul de niveluri și destinațiile tuturor încăperilor, inclusiv dacă are sau nu subsol tehnic sau numai canale tehnice vizitabile sau nevizitabile etc.; structura elementelor de construcții (stâlpi, grinzi, planșee, pereți despărțitori etc.) inclusiv tipul și structura acoperișului sau terasei, precum și condițiile de rezistență ale clădirii; dimensiunile încăperilor și ale elementelor de construcții, precum și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale clădirii;
- condițiile de confort sau cerințele de estetică ale clădirii;
- gradul de rezistență la foc, categoria și clasa de pericol de incendiu a construcțiilor și instalațiilor (conform „Normelor tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția a acțiunea focului”, indicativ P 118);
- caracteristicile terenului de fundare a construcției;
- clasa de importanță și caracteristicile clădirii din punct de vedere seismic;

- date privind caracteristicile proceselor tehnologice (amplasarea utilajelor, puncte obligatorii de alimentare cu apă și de evacuare a apelor uzate etc.);

- spații pentru amplasarea stațiilor de pompare, de hidrofor, a conductelor de apă și canalizare;

- numărul total de consumatori și distribuția acestora pe sexe și categorii de vârstă;

- parametrii apei din conducta publică în punctul de racord al instalației interioare sau la sursele proprii de alimentare cu apă (dacă este cazul) și anume: debitul, sarcina hidrostatică disponibilă (sau presiunea de serviciu), regimul de furnizare a apei (continuu sau intermitent) și calitatea apei;

- cota radierului, diametrul și poziția (pe planul de situație) conductei exterioare de canalizare la care se racordează instalația interioară de canalizare, precum și sistemul (unitar, separativ sau mixt) căruia îi aparține conducta exterioară de canalizare;

- sursa de căldură și sistemul de preparare a apei calde de consum (cu sau fără stocare); în cazul instalațiilor existente având sarcina termică disponibilă pentru prepararea apei calde de consum se indică poziția (pe planul de situație) a punctului termic sau centralei termice respective;

- alte elemente de detaliu care completează tema de proiectare.

Pentru instalațiile de gaze naturale combustibile, tema de proiectare cuprinde:

- amplasamentul clădirii: localitatea; planul de amplasare în zonă, cu indicarea caracteristicilor tehnice ale rețelelor exterioare de gaze naturale existente (presiunile și debitele gazelor naturale, diametrele conductelor etc.) și situația altor tipuri de rețele amplasate în zonă (cabluri electrice, conducte de alimentare cu apă, de canalizare etc.);

- tipul și destinația clădirii și a încăperilor componente (planurile de arhitectură, la scara 1:50, cu specificarea dimensiunilor și destinațiilor încăperilor și amplasarea în încăperi a aparatelor de utilizare și a arzătoarelor de gaze naturale);

- caracteristicile constructive ale clădirii;

- date privind caracteristicile procesului tehnologic și amplasarea utilajelor, în cazul clădirilor de producție, al centralelor termice sau al unor clădiri social-culturale (spitale, spălătorii de rufe, bucătării mari ale restaurantelor, hotelurilor etc.);

- alte date care completează tema de proiectare.

Datele din temele de proiectare pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnolo-

gice se corelează cu datele temelor de proiectare pentru arhitectură, rezistență, instalații electrice, de încălzire, ventilare sau climatizare etc., ale aceluiași obiectiv de investiții.

1.1.2. Studiu de fezabilitate

Reprezintă documentația tehnico-economică prin care persoana juridică achizitoare fundamentează necesitatea și oportunitatea realizării obiectivului de investiție.

Studiul de fezabilitate se întocmește de către persoana juridică achizitoare și se aprobă de către conducerea acesteia.

În cazul în care persoana juridică achizitoare nu poate elabora prin forte proprii studiul de fezabilitate, acesta se va elabora cu sprijinul unor consultanți de specialitate, persoane fizice sau juridice, angajate conform prevederilor legale (cu contracte de prestări servicii).

Conținutul cadru al studiului de fezabilitate este următorul:

A. Părțile scrise.

• Date generale:

- denumirea obiectivului de investiții;
- elaboratorul studiului de fezabilitate (persoana juridică achizitoare, după caz, consultantul);
- ordonatorul principal de credite;
- persoana juridică achizitoare (investitor);
- amplasamentul (județ, localitate, strada, nr.);
- tema, cu fundamentarea necesității și oportunității investiției.

• Evaluări pentru proiectarea studiului de fezabilitate și a studiului de fezabilitate:

- valoarea totală estimativă a obiectivului de investiții;
- cheltuieli pentru:
- proiectarea studiului de fezabilitate;
- proiectarea studiului de fezabilitate;
- obținerea avizelor legale necesare elaborării studiilor de fezabilitate și fezabilitate;
- pregătirea documentelor privind organizarea licitației, prezentarea ofertelor și adjudicarea proiectării investiției, conform prevederilor legale (instrucțiuni pentru ofertanți, publicitate, onorarii și cheltuieli de deplasare etc.).

• Date tehnice ale investiției:

- suprafața și situația juridică a terenului ce urmează a fi ocupată de obiectivul de investiții;
- caracteristicile geofizice ale terenului din amplasament (zona seismică

de calcul; natura terenului de fundare și presiunea convențională; nivelul maxim al apelor freatice);

- caracteristicile principale ale construcțiilor pentru:
- clădiri: aria construită; aria desfășurată și numărul de niveluri;
- rețele: lungimi și diametre;
- principalele utilaje de dotare a construcțiilor (pompe, compresoare, hidrofoare, cazane, schimbătoare de căldură etc.);
- utilități (modul de asigurare a acestora și soluția avută în vedere).

• **Finanțarea investiției** (Din valoarea totală estimativă a investiției, ...% din surse proprii, ...% din credite bancare, ...% din fondurile bugetului de stat sau ale bugetului local, ...% din fondurile special constituite prin lege, în afara altor bugete, ...% din credite externe garantate sau contractate direct de stat).

B. Părțile desenate

- Plan de amplasare în zonă (1:25.000 – 1:5000);
- Plan general (1:5000 – 1:1000).

1.1.3. Studiu de fezabilitate

Reprezintă documentația care cuprinde caracteristicile principale și indicatorii tehnico-economici ai investiției, prin care trebuie să se asigure utilizarea rațională și eficientă a cheltuielilor de capital și a cheltuielilor materiale pentru satisfacerea cerințelor economice și sociale din domeniul respectiv.

Studiul de fezabilitate se elaborează de către contractantul desemnat conform prevederilor "Regulamentului privind procedurile de organizare a licitațiilor, prezentarea ofertelor și adjudecarea proiectării investițiilor publice".

Aprobarea studiului de fezabilitate se face conform prevederilor legale și are în vedere asigurarea surselor de finanțare.

Conținutul cadru al studiului de fezabilitate este următorul:

A. Părțile scrise

• Date generale:

- denumirea obiectivului de investiții;
- elaborator (proiectantul, după caz, persoana juridică achizitoare);
- ordonatorul principal de credite;
- persoana juridică achizitoare (investitor);
- amplasamentul (judet, localitate, strada, nr.);
- tema, cu fundamentarea necesității și oportunității avute în vedere la aprobarea studiului de fezabilitate;
- descrierea funcțională și tehnologică, inclusiv memorii tehnice pe

specialități;

• Date tehnice ale investiției:

- suprafața și situația juridică a terenului ce urmează a fi ocupată de obiectivul de investiții (definitiv și / sau temporar);
- caracteristicile geofizice ale terenului din amplasament (zona seismică de calcul; natura terenului de fundare și presiunea convențională; nivelul maxim al apelor freatice);
- caracteristicile principale ale construcțiilor pentru:
- clădiri: deschideri, travee, aria construită; aria desfășurată, număr de niveluri și înălțimea acestora, volumul construit;
- rețele: lungimi, lățimi, diametre, materiale, condiții de pozare etc.
- structura constructivă; pentru clădiri și rețele se va face o descriere a soluțiilor tehnice avute în vedere, cu recomandări privind tehnologia de realizare și condițiile de exploatare ale fiecărui obiect în parte;
- principalele utilaje de dotare a construcțiilor (pompe, compresoare, hidrofoare, cazane, schimbătoare de căldură etc.);
- instalații aferente construcțiilor; se descriu soluțiile adoptate pentru instalațiile de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale etc.;
- utilități (modul de asigurare a acestora și soluțiile tehnice adoptate).

• Date privind forța de muncă ocupată după realizarea investiției:

- total personal, din care, personal de execuție;
- locuri de muncă nou create.

• **Devizul general al investiției.** Valoarea totală a obiectivului de investiții, cu detalierea pe structura devizului general, conform prevederilor legale.

• Principalii indicatori tehnico-economici ai investiției:

- valoarea totală a investiției (INV), din care: construcții-montaj (C + M);
- eșalonarea investiției: (INV / C + M) repartizată pe ani;
- durata de realizare a investiției (luni);
- capacități (în unități fizice).

Principalii indicatori se completează după caz cu date privind:

- condițiile financiare de realizare a obiectivului (analiza cash-flow, inclusiv cu rata de actualizare, rata internă de rentabilitate, analiza raportului cost-profit, rata impozitului, perioada de scutire de impozit, influența variației în timp a prețurilor, rata dobânzii la credite bancare, rata de schimb valutar etc.);
- mașini și utilaje necesare procesului tehnologic (lista principalelor utilaje,

echipamente și dotări cu indicarea capacității tehnice a acestora;

- manopera (cu detalierea pe structura de personal);
- cheltuieli generale ale unității (taxe, comisioane, impozite, instruire personal, chirii și / sau amortismente, cheltuieli de administrație și marketing etc.).

• **Finanțarea investiției.** Din valoarea totală a investiției, se defalcă: ... mii lei din surse proprii; ...mii lei din credite bancare; ...mii lei din fondurile bugetului de stat sau ale bugetului local; ...mii lei din fondurile special constituite prin lege, în afara acestor bugete; ...mii lei din credite externe garantate sau contractate direct de stat.

• **Avize și acorduri**, emise de organele în drept, potrivit legislației în vigoare, privind:

- avizul ordonatorului principal de credite privind necesitatea și oportunitatea realizării investiției;
- certificatul de urbanism, cu încadrarea amplasamentului în planul urbanistic, avizat și aprobat potrivit legii, precum și regimul juridic al terenului;
- avizele privind asigurarea utilităților (energie termică și electrică, gaz metan, apă, canal, telecomunicații etc.);
- avizele pentru consumul de gaze naturale combustibile;
- avizele pentru protecția mediului și a apelor;
- alte avize de specialitate, stabilite potrivit dispozițiilor legale.

B. Părțile desenate

- Plan de amplasare în zonă (1:25.000 – 1:5000);
- Plan general (1:5000 – 1:500);
- Planuri și secțiuni de arhitectură pentru principalele obiecte de construcții și instalații.

La faza studiu de fezabilitate este interzisă angajarea de cheltuieli pentru pregătirea documentelor privind organizarea licitației, prezentarea ofertelor și adjudecarea execuției investiției publice (proiect tehnic, caiete de sarcini, instrucțiuni pentru ofertanți, publicitate, onorarii etc.).

Aceste cheltuieli se pot efectua numai după aprobarea studiului de fezabilitate potrivit competențelor valorice stabilite de "Legea privind finanțele publice".

1.1.4. Proiectul tehnic și caietul de sarcini

Reprezintă documentații scrise și desenate pentru care se eliberează autorizația de construire și care fac parte

din documentele de licitație, pe baza cărora se întocmește oferta.

Proiectul tehnic se elaborează pe baza Studiului de fezabilitate aprobat, etapă în care au fost stabilite elementele și soluțiile principale ale lucrării și au fost obținute toate avizele, acordurile și aprobările executiei lucrării, în conformitate cu prevederile legale. Proiectul tehnic se verifică de specialiști atestați, se avizează și se aprobă de persoana juridică achizitoare potrivit reglementărilor emise de Ministerul Finanțelor.

Conținutul cadru al proiectului tehnic este următorul:

A. Părțile scrise

• Descrierea generală a lucrărilor:

- memoriile tehnice pe specialități (instalații de alimentare cu apă; instalații de canalizare; instalații de gaze naturale etc.);

• *Caietele de sarcini* (elaborate de proiectant și organizate în volume distincte, pe specialități de instalații), care cuprind:

- breviare de calcul pentru dimensionarea elementelor componente ale instalațiilor;

- nominalizarea planșelor (inclusiv precizări și prescripții complementare acestora);

- specificarea dimensiunilor, proprietăților fizice, chimice, de aspect, de calitate, toleranțe, teste etc., pentru materialele componente ale lucrării;

- tehnologii de execuție a lucrărilor;

- condiții de recepție a lucrărilor de instalații;

- standarde, normative și alte prescripții tehnice care trebuie respectate;

• *Listele cu cantități de lucrări și utilaje;*

• *Graficul general de realizare al investiției.*

B. Părți desenate

Cuprind planșele principale privind execuția instalațiilor fiecărui obiect (inclusiv cote, dimensiuni, toleranțe, calitățile materialelor, verificările și probele necesare, izolații termice, acustice, protecții anticorozive și parametrii principali ai instalațiilor etc.) și anume:

• *planurile tuturor nivelurilor clădirii* (de regulă, la scara 1:50) cu amplasarea elementelor instalației respective;

• *schemele principale ale instalațiilor* (pentru instalații sanitare: schema coloanelor, scara 1:50; pentru instalații de gaze naturale: schema izometrică etc.);

• *secțiuni, vederi, detalii principale;*

• *planuri de situație*, la scara 1:500 sau 1:1000, cuprinzând traseele, diametrele conductelor etc., rețelelor exterioare;

• *profilul longitudinal al rețelelor exterioare;*

• *planul de amplasare a utilajelor* (din stațiile de pompare a apei, din punctele termice, din centralele de aer comprimat etc.);

• *scheme desfășurate, de montare a instalațiilor* (din stația de hidrofor, punctul termic, centrala de aer comprimat etc.).

1.1.5. Detalii de execuție

Se elaborează în conformitate cu materialele și tehnologiile de execuție propuse, dar cu respectarea strictă a prevederilor proiectului tehnic, fără să fie necesar să se supliimenteze cantitățile de lucrări respective și fără să se depășească costul lucrării stabilit în faza de ofertă.

1.2. Încadrarea obiectivelor de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, în sistemele de lucrări hidroedilitare și de gaze ale localităților

1.2.1. Autorizația de construire

Reprezintă actul eliberat de primăria municipiului, orașului sau comunei (în funcție de importanța construcției și de amplasament), pe baza căruia se asigură aplicarea măsurilor legale referitoare la amplasarea, proiectarea, executarea și funcționarea instalațiilor respective.

Cererea de eliberare a autorizației de construire trebuie însoțită de un certificat de urbanism emis de către organele competente, cu respectarea următoarelor reglementări de urbanism și amenajare a teritoriului;

- *Regulamentul general de urbanism;*
- *Planul urbanistic general (PUG) și Planul urbanistic zonal (PUZ);*
- *Planul urbanistic de detaliu (PUD);*
- *Regulamentul local de urbanism.*

Aceste documente se elaborează de către arhitecți și specialiști în plan general, cu participarea inginerilor de instalații.

1.2.2. Planurile urbanistice: PUG și PUZ

Stabilesc soluțiile generale de alimentare cu apă, canalizare și gaze naturale, din perspectiva dezvoltării loca-

lității în ansamblul ei.

Planul urbanistic de detaliu (PUD) stabilește condițiile de amplasare și de execuție pe un anumit teren a unui sau mai multor obiective cu destinație precizată, ținând seama de particularitățile generale de teren, de vecinătățile acestuia și de cerințele funcționale.

1.2.3. Avize și acorduri

Realizarea obiectivelor de investiții pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice este condiționată de obținerea unor avize și acorduri, dintre care, cele mai importante sunt:

• *Certificatul de urbanism*, care cuprinde elemente privind regimul juridic, economic și tehnic al terenurilor și construcțiilor și este emis de către primăria sau prefectură, după caz;

• *Acordul energetic*, pentru utilizarea gazelor naturale pentru instalațiile de încălzire a locuințelor individuale (centrală termică sau sobe), pentru producerea apei calde de consum și pentru aparatele de utilizare din bucătăriile clădirilor de locuit.

• *Acordul de mediu, sau Autorizația de mediu*, care stabilește condițiile de realizare a obiectivului de investiții din punct de vedere al impactului asupra mediului și este eliberat de Agenția pentru Protecția Mediului pe baza unui studiu de impact asupra mediului;

• *Avize și acorduri pentru racordarea și/sau coordonarea rețelelor de alimentare cu apă, canalizare, energie termică, energie electrică, telecomunicații etc.*, eliberate, după caz, de regiile sau agenții economice care asigură utilitățile respective;

• *Avizul Inspectoratului General al Corpului Pompierilor Militari*, privind încadrarea în legislația siguranței la foc a obiectivelor respective de instalații și construcții;

• *Alte avize și acorduri* (protecția sanitară, protecția muncii etc.).

1.3. Cerințele esențiale de calitate și criteriile de performanțe pentru instalațiile sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice

Proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, se face astfel încât acestea să realizeze și să mențină, pe întreaga durată de utilizare, următoarele cerințe esențiale de calitate (conform Legii nr. 10 / 1995):

- A – rezistență și stabilitate;
- B – siguranță în exploatare;
- C – siguranță la foc;

- D – igienă, sănătatea oamenilor, re-facerea și protecția mediului;
- E – izolație termică, hidrofugă și economie de energie;
- F – protecția împotriva zgomotului.

Criteriile de performanță pentru reali-zarea acestor cerințe sunt sistematiza-te și prezentate, detaliat, în „GHIDUL DE PERFORMANȚE PENTRU INSTA-LAȚII SANITARE” (I.P.C.T).

Proiectele de instalații sanitare și de gaze se verifică pentru toate cerințele de calitate și pentru toate categoriile de construcții de verificatori atestați de MLPTL pentru specialitatea instalații sanitare I_s, respectiv gaze I_g.

1.4. Reglementări tehnice specifice pentru instalații sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice

Proiectarea, executarea, montarea, exploatarea și postutilizarea acestor in-

stalații se efectuează în conformitate cu reglementările tehnice specifice, cu-prinse în:

- acte legislative (legi, decrete, hotărâri și ordonanțe guvernamentale);
- normative de proiectare și execu-tare, respectiv de exploatare a in-stalațiilor;
- ghiduri, regulamente, instrucțiuni;
- standarde;

Datorită numărului relativ mare de re-glementări tehnice specifice acestui domeniu de instalații, în continuare, se vor menționa cele mai importante:

- Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, I 9;
- Normativ pentru exploatarea insta-lațiilor sanitare, I 9/1;
- Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor de alimen-tare cu gaze naturale, I 6;
- Normativ pentru exploatarea insta-lațiilor de alimentare cu gaze natu-rale, I 6/1;
- Norme tehnice de proiectare și re-

alizare a construcțiilor, privin-tecția la acțiunea focului, P

- Normativ pentru proiectare seismică a construcțiilor de-te, social-culturale, agrozoote și industriale, P 100;
- Norme tehnice I.S.C.I.R.;
- Legea nr. 50 / 1991 privind zarea executării construcțiilor
- Regulament de recepție a lucr-de construcții și instalații af-acestora, nr. 273 / 1994;
- STAS 1478 – Instalații sanitare mentarea cu apă la const-civile și industriale. Prescrip-tamentale de proiectare;
- STAS 1795 – Instalații sanitare. nalizarea interioară. Prescrip-tamentale de proiectare.

I. Instalații sanitare

Capitolul 2 **Instalații de alimentare cu apă**

2.1. Surse de alimentare cu apă

Apa constituie unul din elementele care condiționează desfășurarea vieții oamenilor și intervine ca un factor determinant în aproape toate procesele tehnologice.

Sursele de apă din natură trebuie să asigure alimentarea cu apă, din punct de vedere cantitativ și calitativ, a consumatorilor din centrele populate, industriale și agrozootehnice.

Principalele surse de alimentare cu apă sunt:

- de suprafață: râuri, fluvii, lacuri, mări și oceane;

- subterane: straturi acvifere și izvoare; apele subterane provin din infiltrația directă a precipitațiilor atmosferice, din infiltrația apelor de suprafață prin malurile permeabile ale râurilor și lacurilor și din condensarea vaporilor de apă în porii rocilor subterane. Apele subterane pot circula fie prin porii nisipurilor și pietrișurilor formând straturi acvifere continue, fie prin fisurile rocilor calcaroase formând straturi acvifere discontinue.

Apele provenite din aceste două surse se deosebesc din punct de vedere atât cantitativ cât și calitativ. Astfel, calitatea apelor subterane permite, adesea, utilizarea lor directă ca ape potabile sau industriale, pe când apele de suprafață necesită o tratare prealabilă datorită unui anumit grad de impurificare. Totodată însă, numărul surselor subterane este cu mult mai mic decât al celor de suprafață, de aceea, primele sunt utilizate, în principal, pentru alimentarea cu apă potabilă, iar ultimele atât pentru alimentarea cu apă potabilă, cât mai ales pentru alimentarea cu apă industrială.

Pentru alimentarea cu apă a centrelor populate sau industriilor se efectuează calcule tehnico-economice comparative pentru diferite surse posibile, avându-se în vedere:

- asigurarea cantităților de apă ne-

cesare, conform regimului de variație al folosințelor;

- asigurarea calității apei cu tratările necesare;

- eficiența economică maximă a instalațiilor, atât din punctul de vedere al investiției cât și al exploatarei;

- satisfacerea creșterii ulterioare a cantităților și calităților de apă necesare;
- asigurarea unei funcționări continue, pentru a nu dauna proceselor tehnologice sau vieții și activității oamenilor din centrele populate și industriale.

Calculul tehnico-economic se completează cu studii de teren care se compun din: studii hidrologice, topometrice, meteorologice, geologice, geotehnice, studii asupra factorilor care pot influența calitatea apei, studii asupra consumatorilor care ar putea utiliza aceeași sursă de apă și altele.

Studiul surselor de apă de suprafață trebuie să stabilească următoarele date în vederea proiectării și executării captărilor:

- condițiile fizico-geografice ale bazinului hidrografic în amonte și în zona amplasamentului captării;

- debitele și nivelurile minime și maxime de vară și de iarnă corespunzătoare asigurărilor normate ale folosințelor de apă;

- regimul aluviunilor, dinamica albiei, fenomenele de eroziune și depunere etc.;

- calitatea apei la diferite niveluri ale apei (mici, mijlocii sau mari).

Studiul surselor de apă subterană trebuie să stabilească următoarele date:

- debitul de apă subterană;

- calitatea apei;

- măsurile pentru evitarea antrenării nisipurilor fin din strat și a colmatării construcțiilor de captare sau a coroziunii acestora.

Sursele de apă subterană sunt examinate cu ajutorul profilului hidrogeologic (fig. 2.1.1) și se disting:

- surse de apă subterană cu nivel liber, când la executarea unui foraj apa rămâne la nivelul la care a fost întâlnită;

- surse de apă subterană sub presiune, când la executarea unui foraj apa se ridică la un nivel superior celui la care a fost întâlnită. Stratul de apă subterană sub presiune se numește artezian, dacă apa din foraj se ridică, liber, la suprafață,

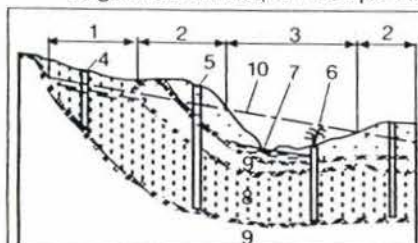


Fig. 2.1.1. Profil hidrologic:

1- strat de apă cu nivel liber (freatic); 2 - strat de apă cu nivel ascendent; 3 - strat de apă arteziană; 4 - puț în strat freatic; 5 - puț în strat ascendent; 6 - puț artezian; 7 - râu; 8 - strat permeabil; 9 - strat impermeabil; 10 - linia piezometrică.

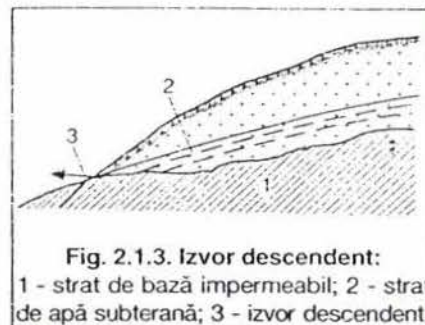


Fig. 2.1.3. Izvor descendent: 1 - strat de bază impermeabil; 2 - strat de apă subterană; 3 - izvor descendent.

și ascendent, când nivelul apei în foraj rămâne sub nivelul terenului.

În anumite condiții hidrogeologice, apa subterană poate ieși la suprafața terenului sub formă de izvoare, care sunt preaplinuri ale apelor freatice. Izvoarele pot fi: ascendente (fig. 2.1.2) când presiunea apei subterane este mai mare decât presiunea la ieșire, stratul acvifer fiind cuprins între două straturi impermeabile, sau descendente (fig. 2.1.3) când stratul acvifer susținut de un strat impermeabil iese la suprafață.

Sursele de apă sunt supuse unei protecții calitative și cantitative contra influenței factorilor exteriori, care ar putea produce infestarea (contaminarea) apei sau reducerea debitului acestora. Sunt instituite două zone de protecție calitativă pentru sursele de alimentare cu apă și anume: zona de protecție cu regim sever împrejmuit, pe teritoriul căreia sunt interzise: accesul persoanelor care nu au nimic comun cu exploatarea alimentării cu apă, lucrările agricole, accesul animalelor etc. și zona de restricție care cuprinde teritoriul ce înconjoară zona de regim sever, delimitată astfel încât să evite contaminarea bacteriană sau impurificarea chimică în urma folosirii terenului aferent. Protecția calitativă se completează cu protecția cantitativă, evitându-se micșorarea debitului surselor prin captări suplimentare care nu au fost considerate inițial în studiul surselor de alimentare cu apă a centrelor populate sau industriale.

2.2. Cantitatea și calitatea de apă necesară pentru diferite folosințe

2.2.1. Structura, normele generale și variația consumului de apă

2.2.1.1 Structura consumului de apă

Structura consumului de apă din clădirile și ansamblurile de clădiri de locuit, social-culturale, industriale și agricole, cuprinde categoriile:

- menajer, pentru satisfacerea nevoilor gospodărești zilnice ale oamenilor (băut, prepararea hranei, spălatul corpului, al rufelor și al vaselor etc.);

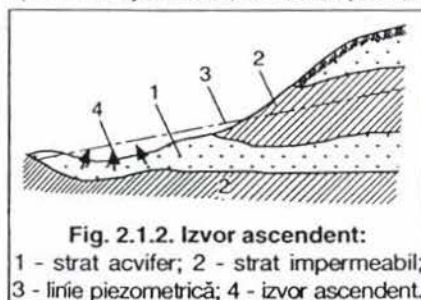


Fig. 2.1.2. Izvor ascendent:

1 - strat acvifer; 2 - strat impermeabil; 3 - linie piezometrică; 4 - izvor ascendent.

- *industrial*, apa putând fi utilizată ca materie primă, înglobându-se în produsul finit (realizarea unor soluții, paste, ca solvent etc.); ca apă de răcire sau ca agent termic (apă caldă pentru încălzirea centrală, apă fierbinte, abur de presiune joasă, medie sau înaltă); ca mijloc de transport pentru diferite materiale; ca mijloc de sortare și spălare (în industria minereurilor) etc.;

- *pentru nevoi zootehnice* (adăparea animalelor, spălarea grajdurilor etc.);

- *pentru nevoi publice* (spălatul și stropitul străzilor și spațiilor verzi, fântâni publice și ornamentale, spălarea canalizărilor etc.);

- *pentru combaterea incendiilor* (alimentarea cu apă a hidranților exteriori, a hidranților interiori sau a instalațiilor cu sprinklere, drencere sau pulverizatoare);

- *tehnologic pentru sistemul de alimentare cu apă* (spălarea filtrelor, decantoarelor, dezintegratoarelor, pregătirea soluțiilor de reactivi chimici etc.).

2.2.1.2 Normele consumului de apă

Cantitățile de apă pentru satisfacerea consumului, precum și variațiile acestuia, în perioada de exploatare, constituie pentru sistemele de alimentare și distribuție a apei un element fundamental, de care depinde, în mare măsură, alegerea soluțiilor tehnice, privind: sursa de alimentare cu apă, procesul tehnologic de tratare a apei, transportul și înmagazinarea apei, precum și schema de distribuție a apei la consumator. Instalațiile exterioare și interioare de alimentare cu apă pentru clădirile de locuit, social-culturale, industriale și agro-zootehnice, comportă cheltuieli de investiții foarte mari, astfel că, determinarea judicioasă a consumului și a cantității de apă necesare asigură și condiționează eficiența economică în timp a acestor investiții. Totodată, analiza superficială a variației și creșterii consumului de perspectivă poate duce la necesitatea unor lucrări ulterioare, suplimentare, costisitoare, prezentând și riscul de a nu se putea încadra din punct de vedere funcțional în sistemul de alimentare cu apă realizat inițial.

Ca urmare, cantitățile de apă necesare pentru satisfacerea consumului menajer, industrial sau pentru combaterea incendiilor sunt normate (STAS 1478 și STAS 1343).

Pentru determinarea cantităților de apă necesare, se utilizează frecvent următoarele noțiuni: necesarul specific de apă, necesarul de apă și cerința de apă.

• **Necesarul specific de apă** este cantitatea de apă (considerată ca valoare medie) pentru o zi, raportat la unitatea de folosință (consumator) și se

exprimă, după caz, în $l/m \cdot zi$, $l/m^2 \cdot zi$, $l/ha \cdot zi$, $l/animal \cdot zi$ etc.

- Necesarul specific de apă rece și caldă pentru consum menajer (exprimat în $l/m \cdot zi$) în funcție de destinațiile clădirilor este normat (STAS 1478).

Durata efectivă a perioadei de consum, în ore, se stabilește pentru fiecare caz în parte, în funcție de regimul de funcționare a instalațiilor de alimentare cu apă din clădirea respectivă.

- Necesarul specific de apă pentru consum tehnologic, exprimat în m^3 sau l de apă pentru fabricarea unei unități de produs sau pentru un agregat, în unitatea de timp, depinde de: natura produsului; caracterul procesului tehnologic; tipul utilajelor și gradul de uzură al acestora; condițiile de exploatare a utilajelor și, respectiv, a instalației de alimentare cu apă; alte condiții locale. În general, necesarul specific de apă pentru consum tehnologic depinde de rețele tehnologice ale produselor respective și se urmărește atât încadrarea lor în normele internaționale cât și reducerea lor prin rețenologizarea industriei. Când astfel de norme nu sunt precis stabilite, necesarurile specifice de apă pentru consum tehnologic se stabilesc, prin analogie, cu procesele tehnologice similare cunoscute, sau prin măsurători directe.

- Necesarul specific de apă pentru combaterea incendiilor se stabilește în funcție de destinația și categoria de importanță a clădirii, natura materialelor, densitatea sarcinii termice, tipul instalației utilizate etc.

După felul armăturilor de serviciu cu care sunt echipate, instalațiile de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor pot fi cu: hidranți exteriori, hidranți interiori, sprinklere, drencere, pulverizatoare etc. Fiecare tip de armătură se caracterizează printr-un anumit debit specific [l/s], realizat la o anumită presiune disponibilă sau de serviciu [Pa sau bar].

Pentru combaterea incendiilor se prevede o anumită rezervă de apă stocată în rezervoare (rezervă intangibilă), al cărei volum se determină în funcție de tipul instalațiilor alimentate și de durata de calcul (teoretică) de funcționare a acestora, în caz de incendiu.

Stabilirea tipurilor de instalații de alimentare cu apă rece, pentru combaterea incendiilor, ce urmează a fi montate în clădiri, depinde de: destinația clădirii (de locuit, social-culturală, industrială etc.), mărimea clădirii (volumul construit și numărul de etaje), numărul de persoane, gradul de rezistență la foc și categoria de pericol de incendiu a clădirii, importanța clădirii sau a bunurilor și materialelor adăpostite în clădiri, precum și de alți factori tehnici sau economici.

Dotarea diferitelor categorii de clădiri și a instalațiilor tehnologice cu instalații de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor se bazează pe normele legale de prevenire și stingere a incendiilor.

• **Necesarul de apă** reprezintă cantitatea de apă care trebuie furnizată unei folosințe în punctele de utilizare, astfel încât procesele în care este folosită să fie satisfăcute în mod rațional. Debitul necesarului de apă (exprimat în m^3/s , m^3/h sau, ca debit zilnic, în m^3/zi ori, ca debit lunar, în $m^3/lună$) conține atât debitul de apă ce se consumă și nu mai revine în rețeaua de canalizare, cât și debitul de apă ce se restituie după ce este utilizată. La determinarea necesarului de apă se ține seama dacă sunt sau nu introduse anumite restricții. Necesarul de apă cu restricții se definește ca fiind cantitatea de apă care trebuie furnizată în punctele de utilizare, astfel încât procesele în care este folosită să fie satisfăcute în mod rațional, cu recircularea și reutilizarea internă maximă, cu micșorarea sau oprirea activităților auxiliare sau mai puțin importante, pe perioade scurte de timp.

• **Cerința de apă** reprezintă cantitatea de apă care trebuie preluată din sursă pentru a satisface necesarul de apă, în mod rațional, cu recircularea și reutilizarea internă optimă, fără diminuarea producției, precum și pentru acoperirea pierderilor de apă în aducțiuni și rețeaua de distribuție și a nevoilor tehnologice ale sistemului de alimentare cu apă și canalizare (spălarea aducțiunilor, rețelei de distribuție, rețelei de canalizare, a stațiilor de tratare și epurare a apei, pentru evacuarea zăpezii etc.). La determinarea cerinței de apă se ține seama (ca și la necesarul de apă) dacă sunt sau nu introduse restricții. Cerința de apă se exprimă prin debitul de calcul corespunzător perioadei de compensare internă a folosinței, care este intervalul de timp (zi, săptămână, lună) în care, natura folosinței și capacitățile de înmagazinare ale sistemului de alimentare cu apă permit funcționarea folosinței ca o cerință constantă. Perioada de compensare internă trebuie să fie de cel puțin 24 ore, în afară de cazurile speciale, în care perioadele de compensare respective trebuie justificate tehnic și economic.

Cerințele de apă trebuie satisfăcute la sursă, cu o anumită probabilitate, exprimată prin gradul de asigurare. **Gradul de asigurare al unei folosințe** reprezintă probabilitatea ca debitul sursei, în secțiunea de preluare a apei, să fie egal sau nu mai mare decât debitul cerinței de apă. Se deosebesc trei forme de exprimare a gradului de asigurare a unei folosințe de apă și anume:

după frecvență, după durată sau după volum. Fiecare dintre aceste trei forme ține seamă de regimul hidrologic variabil al sursei de alimentare cu apă.

2.2.1.3 Variația consumului de apă

Cantitatea de apă consumată în clădiri este variabilă în timp și depinde de următorii factori:

- structura consumului de apă, corelată cu destinația (categoria) clădirii (de locuit, social-culturală, industrială, agrozootehnică);

- gradul de confort;

- numărul total de consumatori și repartitia lor pe sexe și categorii de vârstă;

- regimul de funcționare a instalațiilor, care poate fi continuu sau intermitent (după un anumit program);

- gradul de deschidere a armăturii (robinet, baterie amestecătoare de apă rece cu apă caldă etc.) montată la punctul de consum al apei;

- alți factori de importanță locală.

• **Variația debitului de apă rece pentru consum menajer.** Debitul de apă rece, consumată în clădiri, la punctele de utilizare, variază în timp între o valoare minimă (în cursul zilelor de iarnă) și o valoare maximă (în cursul zilelor de vară), după o curbă care, în general, nu poate fi exprimată printr-o funcție analitică. Asemenea curbe de variație zilnică sau orară a debitului de apă consumată în scopuri menajere se pot trasa pe baza datelor înregistrate de contoarele de apă (apometre) și se numesc *cronograme de consum*.

Din analiza cronogramelor se deduc valorile maxime zilnice sau orare, ale debitului de apă consumată în scopuri menajere, și se definesc valorile medii zilnice sau orare ale acestuia. Cu cât debitul mediu zilnic de apă menajeră, dintr-o clădire, este mai mare, cu atât diferențele între debitul maxim zilnic și cel minim zilnic sunt mai mici.

Se definește coeficientul de variație a debitului zilnic de apă menajeră K_{zi} ca raportul între debitul maxim zilnic $q_{max\,zi}$ și debitul mediu zilnic $q_{med\,zi}$:

$$K_{zi} = \frac{q_{max\,zi}}{q_{med\,zi}} \quad (2.2.1)$$

unde:

$$q_{max\,zi} = K_{zi} q_{med\,zi} \quad (2.2.2)$$

Întrucât $q_{max\,zi} > q_{med\,zi}$, evident $K_{zi} > 1$ și cu cât $K_{zi} \rightarrow 1$ cu atât debitul de apă consumat în clădiri este mai uniform în timp.

Debitul de apă menajeră este variabil însă chiar în cursul aceleiași zile, atingând valoarea maximă la anumite ore din zi și valoarea minimă noaptea, astfel că apare necesitatea de a defini un coeficient de variație a debitului orar,

ca raportul între debitul maxim orar q_o și debitul mediu orar $q_o\,med$:

$$K_o = \frac{q_o\,max}{q_o\,med} \quad (2.2.3)$$

de unde se deduce:

$$q_o\,max = K_o q_o\,med \quad (2.2.4)$$

Ca și coeficientul K_{zi} , coeficientul $K_o > 1$ și cu cât $K_o \rightarrow 1$ cu atât debitul orar de apă menajeră este mai uniform în timp.

Cunoașterea debitului maxim zilnic este necesară la dimensionarea volumului rezervoarelor de înmagazinare a apei, iar a debitului maxim orar, la dimensionarea instalațiilor, de ridicare a presiunii apei și a instalațiilor de preparare a apei calde de consum.

• **Variația debitului de apă caldă de consum.** În condițiile furnizării intermitente a apei calde de consum (într-o anumită ore din timpul zilei), se constată că debitul este, practic, constant pe duratele perioadelor de consum. Din măsurătorile experimentale efectuate pe instalații aflate în exploatare, s-a constatat o creștere a debitului de apă caldă consumată, în regim de furnizare intermitentă, comparativ cu regimul de furnizare continuu.

• **Variația debitului de apă rece pentru consum tehnologic.** În funcție de natura procesului tehnologic, debitele de apă pot fi constante pe întreaga durată a procesului tehnologic, constante pe schimburi de producție, dar diferite ca valoare de la un schimb la altul sau variabile cu caracter aleator.

2.2.2. Normele de calitate ale apei necesare pentru diferite folosințe

Apa necesară alimentării instalațiilor din clădiri trebuie să aibă o anumită calitate, exprimată prin ansamblul proprietăților sale fizice, chimice, bacteriologice, organoleptice etc. Calitatea apei este diferită în funcție de scopul în care este utilizată. Astfel, pentru consumul menajer, pentru prepararea produselor alimentare, pentru adăparea animalelor etc., apa trebuie să îndeplinească condițiile de potabilitate, pe când apa necesară pentru răcirea agregatelor, pentru spălarea materialelor etc., poate fi nepotabilă, dar trebuie să îndeplinească condițiile de calitate cerute de tehnologia de fabricație.

• **Proprietățile fizice principale ale apei** sunt: turbiditatea, culoarea, temperatura, conductivitatea electrică și radioactivitatea.

Turbiditatea sau turbiditatea apei se măsoară în grade pe scara silice, un grad de turbiditate corespunzând, prin comparație, unei emulsii etalon având 1 mg pulbere de silice fin divizată sau de caolin la 1 dm³ de apă distilată. Apa

este potabilă dacă are cel mult 5 grade de turbiditate. Inversul turbidității este *limpezimea sau limpiditatea* apei.

Culoarea apei se exprimă, de asemenea, în grade și se determină prin comparație cu o soluție etalon în care platină-cobalt. Soluția care conține 500 mg platină și 241 mg cobalt la 1 dm³ de apă distilată sub formă de cloroplatinat de potasiu și clorură de cobalt hidratată, reprezintă etalonul de 500 de grade de culoare. Treptele scării culorii se deduc din această soluție, prin diluare, un grad de culoare corespunzând la 1 mg de platină la 1 dm³ de apă distilată.

Temperatura apelor naturale variază în funcție de proveniența lor (de suprafață sau subterană), după climă și anotimp. Astfel, apele subterane de mică adâncime (10-30 m sub nivelul terenului) au temperatura cuprinsă între 8 și 10 °C, iar pe măsură ce adâncimea crește, temperatura crește cu câte 1 °C la fiecare 33-35 m (gradientul geotermic). Apele de suprafață au temperaturi cuprinse între 0 °C (iarnă) și 25-26 °C (vară) urmărind, în general, variația temperaturii aerului atmosferic. Apa potabilă trebuie să aibă o temperatură cuprinsă între 7 și 15 °C.

Conductivitatea electrică este proprietatea apei de a permite trecerea curentului electric. Conductivitatea electrică a apei crește odată cu conținutul ei în substanțe dizolvate. De regulă, se determină *rezistivitatea electrică* a apei care se măsoară în [Ω] și care este inversul conductivității. Variația bruscă a rezistivității indică apariția unei surse de infecție a apei.

Radioactivitatea este proprietatea apei de a emite radiații permanente corpusculare (α , β) sau electromagnetice (γ). Concentrațiile admisibile de radiații se exprimă în [μ C/ml] (microcurie pe mililitru); 1 Curie reprezintă $3,7 \cdot 10^{10}$ atomi de radium dezintegrați pe secundă care corespund unui gram de radium.

• **Proprietățile chimice ale apei** se exprimă cu ajutorul următorilor indicatori globali: reziduul fix, reacția apei, duritatea, substanțele organice și conținutul în gaze. Compoziția chimică a apei se determină prin analiza chimică cantitativă și calitativă.

Conținutul de substanțe în suspensie [mg/l], exprimă gradul de impurificare a apei cu substanțe solide insolubile.

Reziduul fix exprimat în mg/dm³ cuprinde toate substanțele minerale și organice aflate în soluție și se obține încălzind 1 l apă perfect limpede (după ce, în prealabil, s-au separat prin filtrare suspensiile din apă), până la temperatura de 105 °C și la o presiune mai mare decât presiunea atmosferică, având loc evaporarea completă a apei. Dacă reziduul fix obținut este supus, în continuare, încălzirii la temperaturi mari, substanțele organice ard și se obține

reziduul la roșu, care reprezintă numai conținutul în substanțe minerale, dizolvate, exprimat în mg/dm^3 . În general, reziduul fix are valori între 200 și 300 mg/dm^3 ; apele cu reziduul fix mai mare de 1000 mg/dm^3 intră în categoria apelor minerale.

Reacția apei este în funcție de substanțele minerale și organice dizolvate și poate fi: acidă, alcalină sau neutră. Calitativ, reacția apei se poate determina cu ajutorul reactivilor (fenolftaleină, metiloranj etc.) care schimbă culoarea soluției după tipul reacției. Cantitativ, reacția apei se exprimă cu ajutorul cologarithmului concentrației ionilor de hidrogen în 1 l apă, notată cu pH; dacă $\text{pH}=7$ reacția este neutră, $\text{pH}>7$ reprezintă reacția alcalină și $\text{pH}<7$ reacția acidă. Apele naturale, potabile, au $\text{pH}=6\ldots 8,5$. Practic, limitele de variație ale pH-ului sunt între 0 și 14.

Duritatea apei este proprietatea care i-o conferă apei compușii de calciu și magneziu aflați în soluție (carbonați, sulfati, azotați, cloruri, fosfați, silicați etc.). Duritatea totală D_T a apei este concentrația totală de ioni de calciu și de magneziu care se găsesc în soluție, exprimată în unități echivalente ("echivalent-gram", simbol val, cu sub-multiplu mval):

$$D_T = D_{Ca} + D_{Mg} \quad [\text{mval/l}] \quad (2.2.5)$$

în care D_{Ca} este duritatea sărurilor de calciu, datorită concentrației ionilor de calciu care se găsesc în soluție, iar D_{Mg} - duritatea sărurilor de magneziu, datorită concentrației ionilor de magneziu din soluție.

Duritatea totală D_T se compune din duritatea temporară D_t echivalentă bicarbonaților și carbonaților care prin fierberea apei precipită și duritatea permanentă D_p :

$$D_T = D_t + D_p \quad (2.2.6)$$

În practică, duritatea apei se exprimă în unități convenționale numite *grade*; în țara noastră se folosește gradul de duritate ($^{\circ}\text{d}$) echivalent gradului german căruia îi corespund 10 mg CaO/l , adică 0,357 mval/l.

Alte grade de duritate sunt: gradul francez (10 mgCaCO_3/l), respectiv 0,200 mval/l; gradul englez (14,29 mgCaCO_3/l), respectiv 0,285 mval/l; gradul SUA (1 mgCaCO_3/l), respectiv 0,20 mval/l. Relația de transformare din mval/l în grade de duritate este: 1 mval/l corespunde la 2,8 $^{\circ}\text{d}$.

Apa potabilă trebuie să aibă o duritate permanentă de cel mult 12 $^{\circ}\text{d}$ și o duritate totală de cel mult 20 $^{\circ}\text{d}$. Peste aceste limite, apa se digeră greu. În generatoarele de abur (cazane) și în schimbătoarele de căldură, apa dură produce cruste de carbonat de calciu care, pe de-o parte, micșorează schimbul de căldură (randamentul termic) și, pe de altă parte, datorită coeficientului lor de dilatare mult diferit de cel al otelului, poate duce la explozia caza-

nelor. De aceea, cazanele se alimentează, obligatoriu, cu apă dedurizată.

Alcalinitatea totală a apei este dată de concentrația totală de hidroxizi, carbonați, bicarbonați, fosfați și alți anioni ai acizilor slabi în soluție, exprimată în unități echivalente [mval/l].

Substanțele organice dizolvate în apă provin din resturi de plante și animale și se determină, global, prin tratarea apei cu substanțe oxidante cum sunt: permanganatul de potasiu (KMnO_4) sau cromatul de potasiu (KCrO_4). Conținutul de substanțe organice din apă se exprimă în mg/dm^3 KMnO_4 consumat pentru oxidarea lor; soluția centinormată de KMnO_4 care conține 1/100 KMnO_4 și 1/104 H_2SO_4 are o culoare roșie-violet care, în contact cu substanțele organice, se decolorează deoarece se consumă oxigenul prin oxidarea lor.

Gazele conținute în apă provin atât prin dizolvare cât și prin contactul apei cu atmosfera sau cu emanațiile de gaze din subsol. Astfel, 1 dm^3 de apă conține, în medie, 24...40 cm^3 aer dizolvat.

• **Proprietățile bacteriologice** ale apei influențează asupra calității sale, prin concentrațiile bacteriilor din apă și prin natura acestora. De aceea, analiza biologică se completează cu analiza bacteriologică, deoarece în apă sunt unele microorganisme (bacterii, microbi) care nu pot fi observate decât la ultramicroscop. Bacteriile din apă pot fi: *banale*, care nu au nici o influență asupra organismului omenesc și care se exprimă prin numărul total de germeni la 1 cm^3 de apă și *patogene*, cum este bacilul coli, prezent în apele contaminate și care în anumite concentrații produc îmbolnăvirea oamenilor.

• **Proprietățile organoleptice** ale apei sunt gustul și mirosul și se determină cu ajutorul simturilor, de către personal specializat (degustători) pe baza unei scări cu șase graduri: 1-inodor (insipid); 2-foarte slab; 3-slab; 4-perceptibil; 5-pronunțat; 6-foarte pronunțat. Gustul și mirosul depind de cantitatea și natura substanțelor dizolvate în apă. Apa, chimic, pură este fadă. Pentru ca apa să fie potabilă nu trebuie să depășească gradul 2.

• **Calitatea apei potabile sau industriale** se determină prin analiza unor mostre de bază, efectuate în laboratoare speciale.

Probele de apă, preluate pentru analiză, trebuie să permită efectuarea tuturor determinărilor necesare stabilirii proprietăților fizice, chimice, biologice, bacteriologice și organoleptice pentru ca rezultatele să fie corecte și concludente. În acest scop, probele de apă trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie omogene și reprezentative (mostre caracteristice) pentru întreaga cantitate de apă considerată; astfel, la apele de suprafață, la care calitatea variază sensibil în timp și în spațiu,

probele se iau la intervale determinate de timp și din curentul principal;

- să nu-și schimbe compoziția în timpul transportului sub influența factorilor atmosferici, a presiunii, temperaturii etc. sau împrumutând unii indicatori de la aparatura sau vasele folosite (care trebuie să fie sterilizate în prealabil).

Pentru analiza chimică, sunt necesari 1...2 dm^3 de apă, iar pentru analiza proprietăților fizice, 20...30 dm^3 de apă. Pe sticla cu mostra de apă se lipește o etichetă pe care se notează sursa, locul, data luării probei, numele persoanei care a recoltat mostra, dacă există bănuiele de contaminare.

După efectuarea analizelor, laboratoarele eliberează buletine de analiză ale probelor de apă, care trebuie interpretate în acest scop se compară, la fiecare indicator, rezultatele analizelor cu limitele admisibile impuse de normele de calitate și dacă rezultă că toate caracteristicile apei sunt în limitele admisibile, apa se consideră corespunzătoare, din punct de vedere calitativ, scopului pentru care urmează a fi folosită. În timpul exploatarei, în instalațiile centrale de alimentare cu apă, se verifică periodic constanța calității.

2.2.3. Procesele și instalațiile principale pentru corectarea calității apei

Apele din surse de suprafață și uneori cele subterane nu au calități corespunzătoare pentru utilizare ca apă potabilă sau industrială, de aceea trebuie să fie corectate în instalații de tratare sau de îmbunătățire a calității.

Protecția calității apei, pe întreg itinerarul, de la captare la utilizatori, contribuie direct la satisfacerea cerinței de calitate privind igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului.

Procesele principale de corectare a calității apei, precum și construcțiile și instalațiile care le realizează efectiv, sunt următoarele:

- sedimentarea folosind deznisipatoare și decantatoare;
- coagularea folosind instalații pentru prepararea și dozarea coagulantului, cu camere de amestec și camere de reacție;
- filtrarea biologică prin filtre lente și rapide;
- dezinfectarea cu instalații de dezinfectare cu clor, fluor etc.;
- corectarea proprietăților organoleptice ale apei, folosind filtre cu cărbune activ;
- reducerea durtății apei, prin procedee chimice, fizice sau combinate.

2.2.4. Gestiunea și tariful consumului de apă

Gestiunea consumului de apă cuprinde sistemele de:

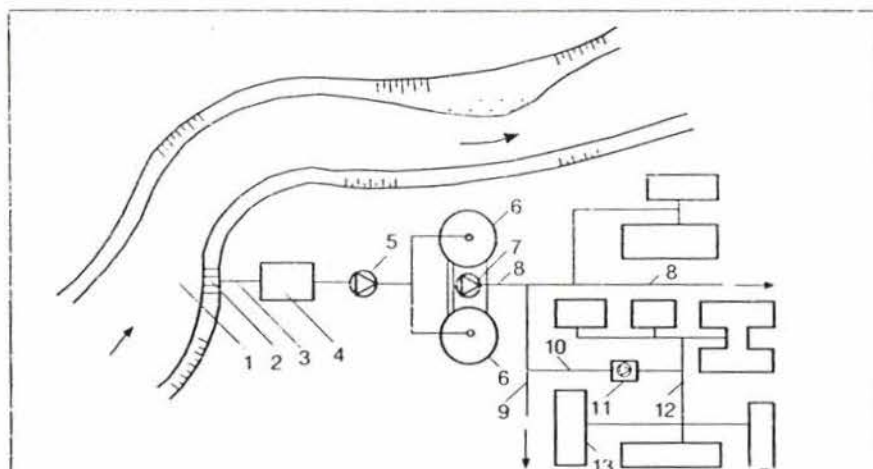


Fig. 2.3.1. Schema generală de alimentare cu apă a unui centru populat:

1 - râu; 2 - captare; 3 - aducțiune; 4 - stație de tratare a apei; 5 - stație de pompare a apei; 6 - rezervoare de acumulare (înmagazinare) a apei cuplate cu stație de pompare; 7 - stație de pompare; 8 - conductă magistrală (arteră); 9 - conductă de serviciu (conductă publică); 10 - conductă de bransament; 11 - stație de repompare a apei; 12 - rețea exterioară de distribuție a apei din ansamblul de clădiri; 13 - clădire.

- contorizare, adică de măsurare și înregistrare a consumului de apă;
- tarifarare a consumului de apă.

În gestiunea consumului de apă sunt implicați atât producătorii și distribuitorii de apă, cât și consumatorii.

Gestiunea consumului de apă se realizează printr-un sistem coerent de contorizare, în secțiunile de control ale instalațiilor de alimentare cu apă rece și respectiv, apă caldă de consum. Sistemul de tarifarare a consumului de apă, trebuie să fie stimulativ pentru consumatori, în scopul reducerii pierderilor și risipei de apă și să asigure rentabilizarea producției și distribuției apei la consumatori.

În general, se adoptă sisteme de tarifarare diferențiată a consumului de apă pentru populație și respectiv, pentru agenții economici.

2.3. Sisteme și scheme generale de instalații de alimentare cu apă

2.3.1. Soluții privind sistemele și schemele generale de alimentare cu apă

Sistemul de alimentare cu apă reprezintă totalitatea construcțiilor și instalațiilor utilizate pentru satisfacerea necesarului de apă al centrelor populate și industriale și se compune din: captarea apei, instalațiile pentru corectarea calității sau tratarea apei, transportul (aducțiunea), înmagazinarea, pomparea și distribuția apei.

Captarea cuprinde construcțiile și instalațiile necesare colectării apei din sursele naturale și deci nu poate lipsi din nici un sistem de alimentare cu apă. Apele preluate din surse naturale

sunt tratate în instalații speciale de corectare a caracteristicilor calitative ale apei pentru a corespunde scopurilor în care sunt utilizate.

Între captare și instalațiile de tratare, apa este transportată prin aducțiuni sau apeducte care sunt constituite din conducte și canale.

Consumul de apă din clădiri fiind variabil în timp, pentru compensarea zilnică a debitelor de consum cu cele de alimentare, se prevăd rezervoare în care se înmagazinează o anumită cantitate de apă. Rezervoarele pot fi comune, pentru stocarea rezervelor de apă necesare consumului menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiilor, sau, uneori, numai pentru unele dintre acestea. Dacă relieful permite, rezervoarele de înmagazinare se pot amplasa la înălțime (castele de apă), pentru a asigura astfel și presiunea în rețeaua de distribuție. Rezervoarele sunt obligatorii în orice schemă de alimentare cu apă.

În sistemul de alimentare cu apă, stațiile de pompare se prevăd ori de câte ori este necesar; de exemplu: între captare și stația de tratare a apei, dacă aceasta din urmă este amplasată la o cotă mai ridicată decât captarea; în rețeaua de distribuție etc. Stațiile de pompare pot fi cuplate cu rezervoarele de acumulare a apei.

În centrele populate și în industrii, alimentarea cu apă este realizată printr-o rețea compusă din conducte magistrale (artere) și conducte de serviciu (conducte publice), la care sunt racordate branșamentele consumatorilor.

Regimul de presiune al apei din conductele magistrale (stabilit în funcție de înălțimile clădirilor, de lungimea rețelei, de debitele și presiunile necesare la consumatori) este asigurat de stațiile de pompare orășenești, care funcționează interconectate în sistem.

Pentru alimentarea cu apă a consumatorilor din clădirile de locuit, social-culturale și unele unități industriale, se prevăd stații de repompare a apei (stații de hidrofor, grupuri de pompe cu turație variabilă, pompe cuplate cu rezervoare de înălțime etc.), racordate la conductele publice, prin conducte de bransament.

Schemele caracteristice pentru alimentarea cu apă a centrelor populate și a industriilor prezintă anumite particularități, ce depind de: natura sursei de apă, relieful terenului, debitele, presiunile și calitățile apei necesare la consumatori, regimul de funcționare al consumatorilor etc. În figura 2.3.1 se prezintă o schemă generală de alimentare cu apă a unui centru populat, iar în fig. 2.3.2, a unităților industriale, în care, o parte din debitul total de apă este recirculat în sistem, după o tratare prealabilă.

Schemele generale de alimentare cu apă pot cuprinde toate elementele arătate în figurile 2.3.1 și 2.3.2, sau numai o parte din acestea, în funcție de condițiile specifice locale sau rezultând din calcule tehnico-economice.

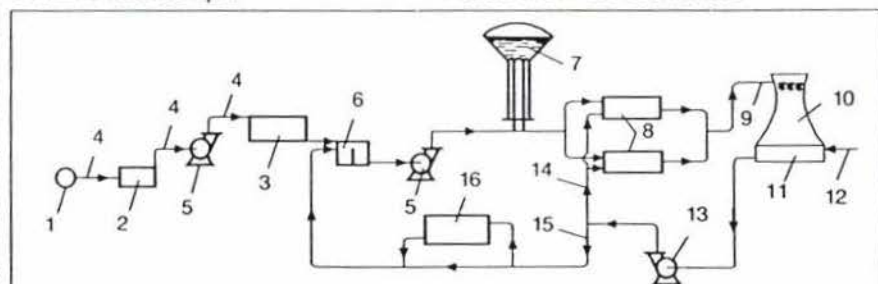


Fig. 2.3.2. Schema generală a unui sistem de alimentare cu apă a unităților industriale:

1 - sursă de alimentare cu apă; 2 - captare; 3 - instalație de tratare a apei; 4 - construcții și instalații de aducțiune a apei; 5 - stație de pompare a apei; 6 - rezervor de acumulare (înmagazinare) a apei; 7 - castel de apă; 8 - agregate industriale în care apa este utilizată pentru realizarea proceselor tehnologice; 9 - conductă de apă caldă; 10 - turn de răcire a apei; 11 - bazinul turnului de răcire; 12 - conductă pentru apă de adaos; 13 - pompă de circulație; 14 și 15 - conducte de apă recirculată; 16 - stația de tratare a apei recirculate.

În cadrul unei scheme de alimentare cu apă trebuie realizată gruparea diferitelor elemente componente (captarea cu stația de tratare a apei; rezervoarele de înmagazinare a apei cu stația de pompare; stația de hidrofor cu punctul termic pentru prepararea apei calde de consum etc.), ceea ce conduce la economii de investiții și simplificarea exploatarea instalațiilor.

2.3.2. Criterii de clasificare și condiții de realizare a instalațiilor de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri

Instalațiile de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri se compun din rețele exterioare, inclusiv instalațiile de ridicare a presiunii apei reci, racordate la conductele publice ale sistemului de alimentare cu apă a localității sau la sursele proprii, prin conducte de bransament și instalațiile din interiorul clădirilor.

• După parametrii apei din conductă publică în punctul de racord, instalațiile de distribuție a apei din clădiri pot fi racordate la conducte publice:

- direct sau funcționând sub presiunea apei din conductă publică, (fig. 2.3.3);
- prin intermediul instalației de ridicare a presiunii apei (fig. 2.3.4);
- prin intermediul instalației de pompare cu rezervor de înălțime (fig. 2.3.5).

• După scopul întrebunțării apei, instalațiile interioare pot fi pentru:

- consum menajer;
- distribuția apei industriale;
- combaterea incendiilor (instalații cu hidranți interiori, cu sprinklere, drencere sau alte capete de debitare a apei).

• După numărul de rețele de distribuție a apei ținând seamă și de natura consumului, instalațiile interioare pot fi cu:

- o rețea pentru satisfacerea tuturor nevoilor de consum al apei (menajer, industrial, de incendiu);
- rețele comune pentru anumite consumuri (de exemplu: rețea comună pentru consumul menajer și pentru incendiu, rețea comună pentru consumul tehnologic și pentru incendiu etc.);
- rețele separate (distincte) pentru fiecare fel de consum.

• După forma rețelei de distribuție, instalațiile interioare sunt:

- ramificate (sau arborescente);
- inelare;
- mixte.

• După poziția de montare (de amplasare) în clădire a conductelor principale de distribuție, instalațiile pot fi cu distribuție:

- inferioară, cu conducte montate în subsol (dacă există), în canale tehnice circulabile sau în canale vizitabile, semivizitabile sau nevizitabile practicate sub pardoseala parterului;
- superioară, cu conductele monta-

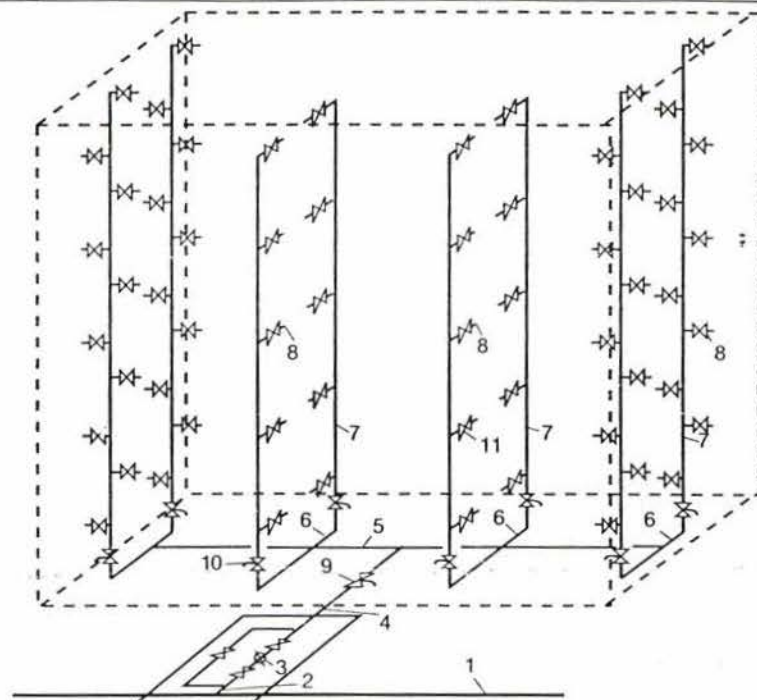


Fig. 2.3.3. Schema izometrică a instalației de alimentare cu apă cu distribuție inferioară:

1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - conductă de racord la conductă de distribuție; 5 - conductă de distribuție inferioară; 6 - ramificație spre coloană; 7 - coloană; 8 - legătură la armăturile obiectelor sanitare; 9 - robinet de închidere cu golire pe racord; 10 - robinet de închidere cu golire pe coloană; 11 - robinet de închidere pe legătura la obiecte sanitare.

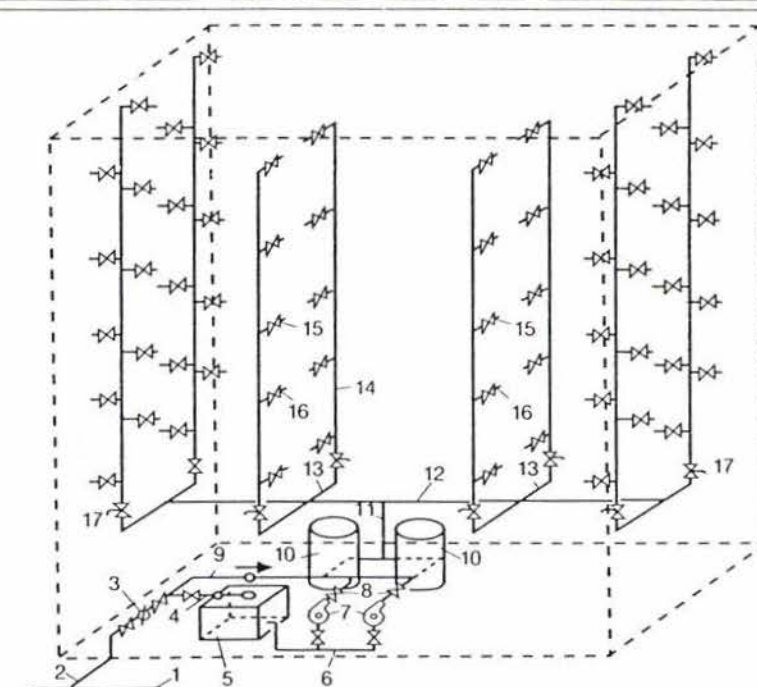


Fig. 2.3.4. Schema izometrică a unei instalații interioare de alimentare cu apă cu distribuție inferioară și stație proprie de ridicare a presiunii:

1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - robinet cu plutitor; 5 - rezervor tampon; 6 - conductă de aspirație a pompelor; 7 - pompă; 8 - conductă de refulare a pompelor; 9 - conductă de ocolire; 10 - recipient hidropneumatic; 11 - conductă de legătură dintre recipientele hidropneumatice și conductă de distribuție; 12 - conductă de distribuție inferioară; 13 - ramificație spre coloană; 14 - coloană; 15 - legătura la armăturile obiectelor sanitare; 16 - robinet de închidere pe conductă de legătură; 17 - robinet de închidere cu golire.

te sub planșee, pe grinzi, stâlpi etc.;

- mixtă, parțial inferioară și parțial superioară.

- După regimul de presiune a apei, instalațiile interioare pot fi cu:

- o zonă de presiune;
- două sau mai multe zone de presiune; o zonă de presiune este limitată la 6 bar, considerată rezistența maximă admisibilă a materialelor din care sunt executate conductele sau armăturile instalației interioare.

- După temperatura apei distribuite, instalațiile interioare sunt pentru:

- distribuția apei reci;
- prepararea și distribuția apei calde de consum.

- Pentru realizarea unei instalații interioare de distribuție a apei se ține seama de următoarele elemente principale:

- caracteristicile consumatorilor de apă din clădire și anume:

- natura, cantitatea și variația consumului de apă;

- calitatea apei pentru consum;

- regimul necesar de alimentare cu apă: continuu sau intermitent;

- caracteristicile hidraulice (debitul, presiunea de serviciu), regimul de furnizare a apei (continuu sau intermitent) și calitatea apei furnizată de conducta publică sau de sursele proprii;

- destinația și caracteristicile constructive ale clădirii:

- de locuit, cu sau fără subsol tehnic, sau numai cu canale tehnice vizibile sau nevizibile etc.;

- social-culturale: teatre, cinematografe, case de cultură, spitale, săli de sport, stadioane, gări etc., la care se impun anumite condiții de confort sau cerințe de estetică;

- industriale: hale de producție, ateliere, garaje etc., la care, de regulă, pardoseala este ocupată de mașini și utilaje, astfel că, cel mai des, se adoptă soluția distribuției superioare a rețelei.

În afara criteriilor arătate, la realizarea instalațiilor de distribuție a apei se au în vedere calcule tehnico-economice, care urmăresc realizarea unui cost total anual minim de investiție și de exploatare a instalațiilor.

Astfel, pentru clădirile de locuit și pentru majoritatea clădirilor social-culturale, se adoptă instalații cu distribuție inferioară ramificată, comună pentru consum menajer și incendiu, pe când la clădirile industriale, la care, pentru anumite procese tehnologice se poate utiliza apă nepotabilă, eventual din surse proprii (de suprafață, de adâncime sau recirculate), se adoptă instalații cu rețele separate pentru consum menajer, tehnologic și pentru incendiu.

Când consumatorii industriali necesită un regim continuu (fără nici un fel

de întreruperi) în alimentarea cu apă, se prevăd rețele înelare de distribuție.

În cazul clădirilor înalte, se preconizează soluția distribuției apei pe zone de presiune, prevăzându-se etaje tehnice în care se montează conductele de distribuție și instalațiile necesare ridicării presiunii apei pentru zonele superioare.

2.4. Instalații interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer (băut, gătit, spălat etc.) au rolul de a asigura alimentarea cu debitul și presiunea de utilizare necesare a tuturor punctelor de consum al apei (robinete sau baterii amestecătoare de apă rece cu apă caldă de consum, montate la obiectele sanitare) din clădirile de locuit, social-culturale sau din grupurile sanitare ale clădirilor industriale.

2.4.1. Soluții constructive și scheme ale instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece și, respectiv, apă caldă pentru consum menajer, cuprind: rețele de conducte; fittinguri; armături montate pe rețelele de conducte; obiecte sanitare și accesoriile acestora; armăturile obiectelor sanitare.

Prezentarea în planuri și scheme a instalațiilor se face, utilizând semnele convenționale cuprinse în STAS 185/1 ... 6.

În figura 2.4.1, sunt prezentate principalele semne convenționale utilizate la întocmirea desenelor instalațiilor sanitare.

În clădirile de locuit colective (blocuri de locuințe) rețelele de conducte pot fi cu contorizare:

- individuală (apartament);
- colectivă (în sistem paușal).

De regulă, pentru clădirile de locuit se adoptă rețele cu distribuție inferioară, cu conductele amplasate în subsoluri sau în canale tehnice circulabile.

2.4.1.1 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și respectiv, cu apă caldă de consum, în sistem cu contorizare individuală (pe apartament)

Alimentarea cu apă rece și respectiv, cu apă caldă, de consum, a apartamentelor fiecărui nivel, care sunt suprapuse pe aceeași verticală, se face prin coloane principale (fig. 2.4.2), amplasate în zona casei scării. La fiecare nivel, se prevăd nișe special amenajate sau casete prefabricate, în care se amplacează contoarele de apă rece, respectiv de apă caldă de consum. Contoarele se montează pe racordurile de alimentare cu apă

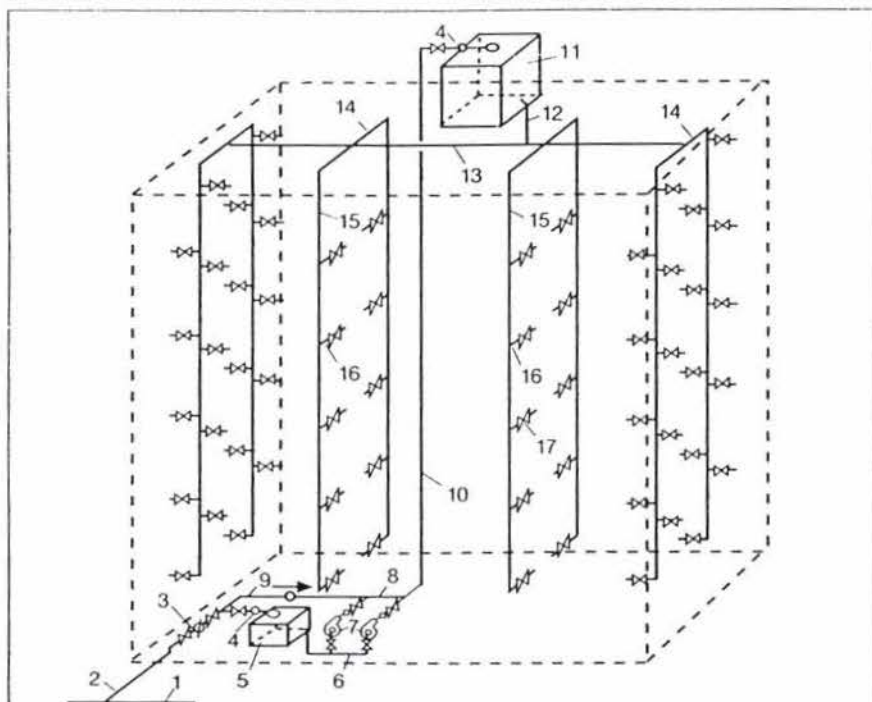


Fig. 2.3.5. Schema izotermică a unei instalații interioare de alimentare cu apă cu distribuție superioară:

1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - robinet cu plutitor; 5 - rezervor tampon; 6 - conductă de aspirație a pompelor; 7 - pompă; 8 - conductă de refulare a pompelor; 9 - conductă de ocolire; 10 - coloană de alimentare cu apă a rezervorului de înălțime; 11 - rezervor de înălțime; 12 - conductă de alimentare de la rezervorul de înălțime; 13 - conductă de distribuție superioară; 14 - ramificație spre coloană; 15 - coloană; 16 - legătură la armăturile obiectelor sanitare; 17 - robinet de închidere pe conducta de legătură.

rece, respectiv apă caldă de consum, ale fiecărui apartament.

Armăturile obiectelor sanitare (robinete, baterii amestecătoare) se pot racorda direct sau prin intermediul unor distribuitoare de apă rece și respectiv,

de apă caldă, cu robinete principale de închidere și cu racorduri flexibile care, permit alimentarea fiecărui obiect sanitar în parte. Pe fiecare racord se montează robinete de închidere, ușor manevrabile.

Pentru coloanele principale se reco-

mandă țevi din oțel zincate, iar pentru conductele de legătură, țevi din mase plastice (polietilenă de înaltă densitate sau polipropilenă). Pentru racordarea obiectelor sanitare la instalația de apă rece și caldă se recomandă tuburi flexibile din

Fig. 2.4.1. Principalele semne convenționale pentru instalațiile sanitare de alimentare cu apă și canalizare.

Fitinguri și piese fasonate	Schemă	Armături	Schemă
Reducție (cu mufă)		Robinet cu cep (cana) drept	
Cot sau curbă cu flanșe cu $30^\circ < \alpha < 90^\circ$		Robinet cu cep (cana) drept cu dispozitiv de golire	
Curbă de etaj cu mufă		Robinet de reglare cu clapetă	
Teu cu flanșe		Robinet cu ventil, de colț, de siguranță cu contragreutate	
Cruce cu flanșe		Reductor de presiune	
Ramificație simplă cu mufă și flanșe $30^\circ < \alpha < 90^\circ$		Robinet de reținere: - cu ventil	
Ramificație dublă cu mufă $30^\circ < \alpha < 90^\circ$		- cu clapă	
Capac (căciulă) la conducte		Sorb simplu	
Piese de curățire		Sorb cu clapă	
Sifon tip U: - în plan		Sorb cu ventil	
- în schemă		Modul de acționare a armăturii	Schemă
Căciulă de protecție contra ploii		Actionare manuală (obișnuit nu se indică)	
Sustineri pentru conducte	Schemă	Actionare cu contragreutate	
Suport simplu		Actionare cu arc	
Suport simplu pentru montajul mobil al conductei		Actionare cu plutitor	
Punct fix		Modul de îmbinare a armăturii	Schemă
Compensatoare de dilatare	Schemă	Îmbinare cu mufă	
Compensator tip U		Îmbinare cu filet	
Compensator liră		Îmbinare prin sudură (lipire)	
Compensator telescopic		Îmbinare cu flanșe	
Armături	Schemă	Agregate și aparate	Schemă
Robinet cu ventil, drept		Pompă centrifugă	
Robinet cu ventil, drept cu dispozitiv de golire		Pompă manuală	
Robinet cu ventil, de colț		Compresor de aer	
Robinet cu ventil, cu 3 căi		Schimbător de căldură prin suprafață fără acumulare tip bloc	
Robinet cu sertar (vană)		Schimbător de căldură prin suprafață cu acumulare tip bloc	

Fig. 2.4.1. Principalele semne convenționale pentru instalațiile sanitare de alimentare cu apă și canalizare (continuare)

Obiecte sanitare	Plan	Schemă	Conducte	în planuri de construcții	în planuri de situație coordonare
Lavuar			Conductă apă rece potabilă	—	—AR—
Chiuvetă			Conductă apă caldă	---	---AC---
Spălător dublu			Conductă de circulație apă caldă	-----	-----ACC-----
Spălător cu platformă			Canale sau conducte canalizare ape pluviale	—>	—>CP->
Cadă de baie dreptunghiulară			Canale sau conducte de canalizare menajeră unitară	—>	—CM— —CU—
Cadă de duș			Conducte apă pentru combaterea incendiilor		
Cazan de baie cu duș			Conducte		Culori convenționale
Cazan de baie cu vas de rupere a presiunii			Apă rece		Albastru
Bideu			Apă caldă		Rosu
Pisoar			Canalizare		Cafeniu
Vas de closet			Incendiu		Rosu aprins
Vas de closet cu tâlpi			Indicații de prezentare a conductelor		Schemă
Rezervor de closet			Sensul de circulație a fluidului	—>	
Mașină de gătit pentru apartament			Panta conductei	—>	
Armături de serviciu	Plan	Schemă	Încrucișare de conducte fără legătură	— —	
Robinet cu ventil simplu serviciu			Ramificații de conducte în planuri orizontale diferite		
Robinet cu ventil dublu serviciu			Ramificații de conducte în același plan orizontal		
Baterie de amestec			Schimbare de niveluri pe traseu rectiliniu		
Baterie de amestec de baie cu duș și tijă fixă			Îmbinări de conducte		Schemă
Baterie de amestec de baie cu duș și tijă flexibilă			Îmbinare cu mufă	---)---	
Armături ptr. combaterea incendiilor și stropitul spațiilor verzi	Plan	Schemă	Îmbinare cu flanșe la conducte	--- ---	
Sprinkler			Îmbinare cu filet la conducte (la schimbări de diametre)	--- ---	
Drener			Îmbinare cu sudură la conducte (la schimbări de diametre)	--->---	
Hidrant subteran de incendiu			Fitinguri și piese fasonate		Schemă
Robinet de incendiu interior			Mufă dublă	---)---(---	
Hidrant de grădină			Mufă de trecut pe tub	---)---(---	

metal sau mase plastice și racorduri speciale din cupru, plumb sau oțel inox.

În cazul clădirilor de locuit existente, prevăzute, inițial, cu contorizare colec-

tivă, se poate trece la contorizarea individuală, montând contoare de apă rece, respectiv de apă caldă de consum, pe conductele de legătură de la coloane

la armăturile obiectelor sanitare din camera de baie și din bucătărie. Această soluție necesită un cost mai mare de investiție (fiind necesare patru contoare)

și se poate aplica dacă există condiții tehnice de montare a acestor contoare.

2.4.1.2 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și respectiv, cu apă caldă de consum, în sistem cu contorizare colectivă

Rețelele de conducte de distribuție a apei reci și respectiv, a apei calde de consum se compun din (fig. 2.4.3):

- conducte principale de distribuție; în funcție de condițiile constructive ale clădirii, acestea se pot monta în subsol, canale tehnice etc. (distribuție inferioară) sau la partea superioară a clădirii, suspendate sub planșee, pe grinzi, stâlpi etc. (distribuție superioară). În clădirile de locuit și în majoritatea clădirilor social-culturale, se adoptă, în general, instalații interioare de alimentare cu apă cu distribuție inferioară, cu conductele principale de distribuție montate în subsoluri sau în canale tehnice vizitabile. În clădirile industriale, în care pardoseala este ocupată de mașini și utilaje, instalațiile interioare de alimentare cu apă sunt cu distribuție superioară, soluție care asigură protecția rețelei de conducte la solicitările mecanice provocate de vibrațiile mașinilor și utilajelor respective.

Pentru contorizarea cantităților de apă rece, respectiv de apă caldă de consum, pe conductele principale de distribuție se prevăd distribuitoare, la care sunt montate contoare pe ramificațiile la fiecare scară de bloc (pentru consumul de apă în scopuri menajere din apartamentele respective) precum și, pe ramificațiile care alimentează alți consumatori (cazul blocurilor de locuințe având la parter birouri, restaurante, sedii de bănci, magazine etc.). În cazul clădirilor de locuit, individuale sau colective, contorizarea consumurilor de apă rece și respectiv, de apă caldă, se poate face pentru întreaga clădire.

Pe conductele de bransament, contoarele se montează între două robinete, din care primul este un robinet de trecere iar al doilea, un robinet de închidere care permite totodată golirea porțiunii de conductă pe care este montat apometrul;

- coloane alimentate cu apă din conducta principală de distribuție prin conductele de ramificație ale acesteia;

- conducte de legătură (derivații) de la coloane la punctele de utilizare a apei din clădire, prin care apa ajunge, din coloane, la robinetele de apă rece sau bateriile amestecătoare de apă rece și apă caldă de consum.

Între cele două instalații interioare, de distribuție a apei reci și respectiv, a apei calde de consum, singurele puncte de legătură sunt bateriile amestecătoare (montate la lavoare, căzi de baie, spălătoare de bucătărie etc.), astfel că, pentru buna funcționare a acestora (pentru rea-

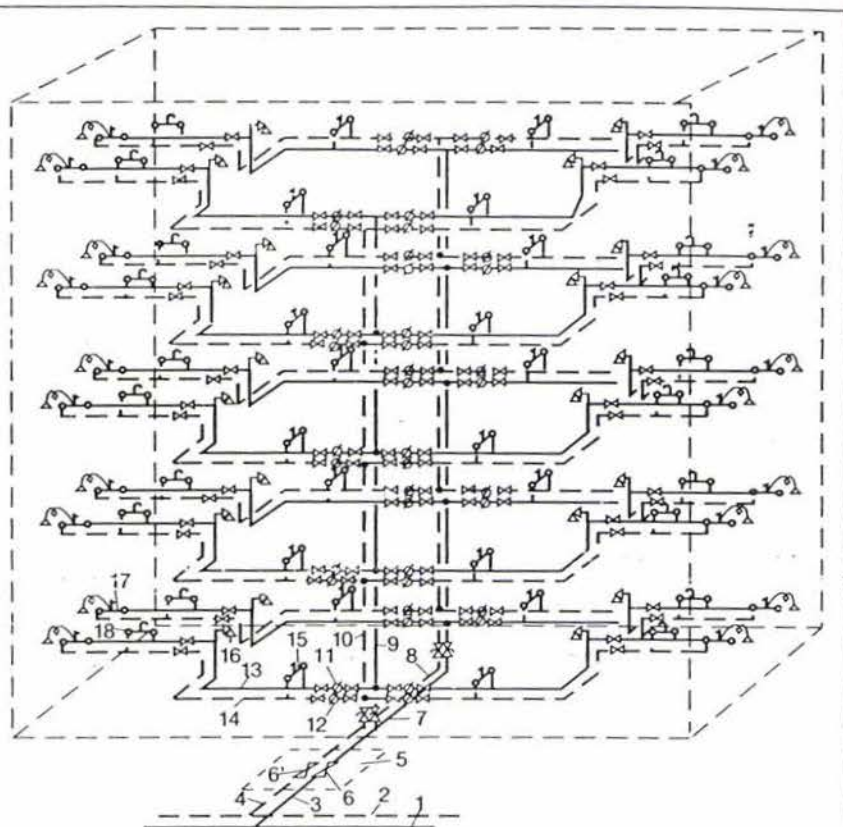


Fig. 2.4.2. Schema izometrică a instalației interioare de alimentare cu apă rece și caldă, cu contorizare individuală (pe apartament):

1 - rețea exterioră de alimentare cu apă rece; 2 - rețea exterioră de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de racord pentru apă rece; 4 - conductă de racord pentru apă caldă; 5 - cămin de racord; 6 - robinet de închidere din exterior a racordului de apă rece; 6' - robinet de închidere din exterior a racordului pentru apă caldă; 7 - conductă de distribuție pentru apă rece; 8 - conductă de distribuție pentru apă caldă; 9 - coloană pentru apă rece; 10 - coloană pentru apă caldă; 11 - contor de apartament pentru apă rece; 12 - contor de apartament pentru apă caldă; 13 - conductă orizontală de legătură pe apartament la armăturile obiectelor sanitare pentru apă rece; 14 - conductă orizontală de legătură pe apartament la armăturile obiectelor sanitare pentru apă caldă; 15 - baterie de spălător; 16 - robinet colțar pentru rezervor de closet; 17 - baterie de baie; 18 - baterie de lavoar.

lizarea amestecului de apă rece cu apă caldă de consum), este necesar ca, în aceste puncte, presiunile apei reci și apei calde de consum să fie, practic, egale.

Conductele instalației interioare de distribuție a apei reci pentru consum menajer se execută fie cu țevi din oțel zincate, fie cu țevi din materiale plastice (polietilenă de înaltă densitate, polipropilenă, policlorură de vinil (P.V.C. 60), rezistente la presiunea de regim de 6 bar și la temperaturile uzuale ale apei reci (10...15 °C) și ale apei calde de consum (55...60 °C).

Presiunea în instalațiile de alimentare cu apă se exprimă, de regulă, în scară manometrică (suprapresiune).

Conductele rețelei de alimentare cu apă caldă de consum se execută cu țevi din oțel zincate, polipropilenă sau PVC 100.

În cazul folosirii țevilor din PVC, pentru preluarea alungirilor, datorită dilatărilor pe rețea, se prevăd compensatoare de dilatare. Pe coloane, se montează lire de dilatare sau compensatoare în formă de U execu-

tate din țevă PVC 60 de același diametru ca și coloana respectivă și montată între două puncte fixe.

Compensarea dilatării conductelor metalice se realizează în mod natural, prin schimbările de direcție ale conductelor, la ocolirea elementelor de construcție și, mai rar, folosind compensatoare de dilatare.

Conductele de distribuție a apei reci pentru consum menajer se amplasează, de regulă, în încăperi în care temperatura nu scade sub 0 °C (limita de îngheț). Dacă condițiile constructive ale clădirii nu permit acest lucru (cazul montării conductelor în subsoluri reci, în șlițurile zidurilor exterioare etc.), atunci se iau măsuri de izolare termică a acestor conducte. Materialele termoizolante frecvent folosite sunt: vată din sticlă, vată (pâslă) minerală, polistiren, poliuretan, așezate pe suprafața exterioră a conductelor în grosime de 30...40 mm. Protecția termoizolației se realizează cu diferite materiale ca: tablă, carton bitumat, folii sau benzi din mase plastice etc. În

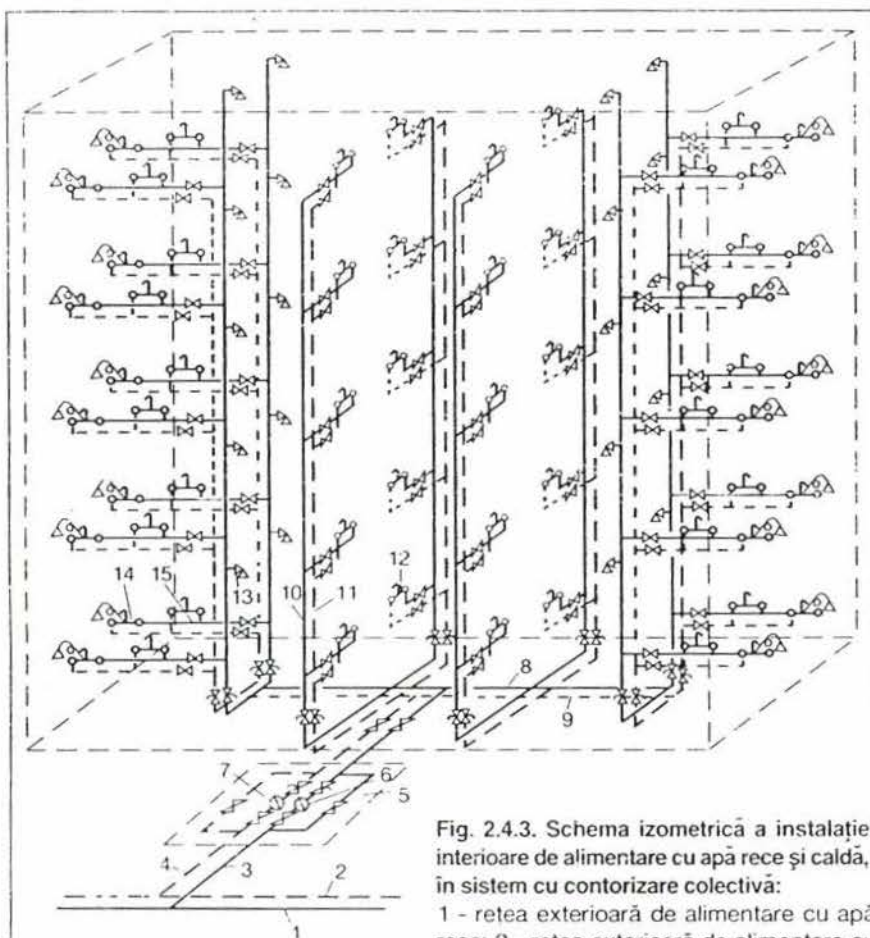


Fig. 2.4.3. Schema izometrică a instalației interioare de alimentare cu apă rece și caldă, în sistem cu contorizare colectivă:

1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece; 2 - rețea exterioară de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de racord pentru apă rece; 4 - conductă de racord pentru apă caldă; 5 - câmin de racord; 6 - contor exterior colectiv pentru apă rece; 7 - idem, pentru apă caldă; 8 - conductă de distribuție pentru apă rece; 9 - idem, pentru apă caldă; 10 - coloană de apă rece; 11 - idem, pentru apă caldă; 12 - baterie de spălator; 13 - robinet colțar de closet; 14 - baterie de baie; 15 - baterie de lavare.

același mod se izolează termic și conductele de distribuție a apei calde de consum. O soluție modernă de izolare termică a conductelor este folosirea izolațiilor prefabricate (cochilii) din spumă poliuretanică prevăzută cu un strat exterior protector.

Pentru menținerea calității apei potabile este interzisă orice legătură ocazională sau permanentă între conductele instalației interioare de distribuție a apei reci pentru consum menajer și conductele de apă nepotabilă (de apă industrială, de canalizare etc.) chiar dacă se prevăd robinete de închidere (de separare) sau clapete de reținere.

2.4.1.3 Reabilitarea și modernizarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

Reabilitarea instalațiilor cuprinde ansamblul de măsuri tehnice și organizatorice destinate să readucă instalațiile respective la parametrii de funcționare pentru care au fost proiectate, în condițiile respectării prevederilor din reglementările tehnice legale. Modernizarea include reabilitarea instalațiilor, dar, cu adoptarea unor soluții noi de rețele de

distribuție, cu contorizare individuală a consumurilor de apă rece și caldă și cu folosirea unor materiale și echipamente cu performanțe tehnice ridicate. Modernizarea conduce la creșterea fiabilității instalațiilor, reducerea pierderilor și a risipei de apă și creșterea gradului de confort igienico-sanitar în folosirea apei reci și calde pentru consum menajer.

Reabilitarea și modernizarea instalațiilor se realizează pe baza unor studii de fezabilitate și fezabilitate care să evalueze costurile, susținerea financiară și rentabilizarea lucrărilor respective. Pe baza acestora, se elaborează proiecte tehnice și detalii de execuție, în condițiile respectării legislației tehnice în acest domeniu (§ 1).

2.4.1.4 Implicațiile schimbării destinației clădirii asupra instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

Schimbarea destinației clădirii sau numai a unei părți a acesteia (de exemplu, parterul) are implicații directe asupra configurației geometrice a rețelei, implicând separarea sistemului de contorizare a

consumurilor de apă rece și respectiv, de apă caldă, prevederea unor ramificații suplimentare ale conductelor principale de distribuție, a unor coloane și derivații noi etc. Toate acestea fac necesară redimensionarea întregii rețele de conducte și determinarea debitelor și presiunilor necesare în secțiunea de racord (bransament) pentru asigurarea funcționării instalației în deplină siguranță pe durata exploatării.

Modificările asupra instalațiilor, cauzate de schimbarea destinației clădirii sau a unei părți a acesteia, se supun aprobării conform legislației în vigoare (avize, acorduri, autorizația de construire etc.).

2.4.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

2.4.2.1 Țevi și fittinguri metalice

- Țevi din oțel

Se folosesc țevi din oțel zincate, pentru instalații sudate longitudinal, (STAS 7656, tabelul 2.4.1), filetate sau nefiletate (netede). Se execută în seria grea (G), medie (M) și ușoară (U).

Țevile din seria grea G și M se produc cu diametrul nominal de la 10 la 150 mm, iar cele din seria U de la 10 la 100 mm.

În tabelul 2.4.1, sunt prezentate țevile din seria M și U, utilizate curent în instalațiile sanitare. În cazul în care sunt necesare țevi cu diametrul mai mare de 150 mm, se pot utiliza țevi din oțel, pentru construcții, sudate longitudinal prezentate în tabelul 2.4.2.

- Fitinguri zincate, din fontă maleabilă, pentru îmbinarea țevelor din oțel zincate

Aceste fittinguri (fig. 2.4.4) sunt standardizate din punct de vedere tipodimensional (STAS 472...486) și se folosesc pentru racordarea (îmbinarea) tronsoanelor de conducte cu același diametru sau de diametre diferite, a coloanelor la conductele rețelei principale de distribuție, a derivațiilor la coloane precum și a robinetelor și bateriilor amestecătoare la derivații și la obiectele sanitare.

- Țevi și fittinguri din cupru

Țevile rotunde, trase, din cupru se produc conform STAS 523/2, cu diametrul exterior de la 5 la 80 mm, cu grosimea de perete între 0,5 și 5 mm. În tabelul 2.4.3 este prezentat un extras din STAS 523/2 pentru țevile din cupru cu diametrul exterior între 5 și 30 mm și cu grosimea de perete între 0,5 și 2 mm.

- Țevi din plumb de presiune

Se fabrică (conform STAS 671) cu diametrul între 18 și 138 mm, cu grosimea peretelui între 4 și 10 mm. În tabelul 2.4.4 este prezentat un extras din STAS 671 pentru țevile din plumb, rezistente la presiuni de peste 6 bar.

2.4.2.2 Țevi și fittinguri din materiale plastice

• Țevi și fittinguri din polietilenă de înaltă densitate

Se fabrică cu diametre exterioare cuprinse între 20 și 630 mm, pentru presiuni de 4, 6, 10 sau 16 bar; în tabelele 2.4.5 a și 2.4.5 b se prezintă un extras pentru țevi cu diametre între 20 și 125 mm, rezistente la presiunea de 6 și 10 bar.

Se fabrică, de asemenea, întreaga gamă de fittinguri. Țevile și fittingurile se îmbină între ele prin mai multe procedee: sudură (termofuziune), cu flanșe, cu fittinguri de etanșare prin compresie.

Există sisteme din tuburi din PE-xa cu îmbinare prin manșon alunecător, îmbinare nedemontabilă ce poate fi pozată în șapă sau tencuială (vezi sisteme REHAU, la finalul volumului).

• Țevi și fittinguri din policlorură de vinil neplastifiată (PVC)

Se execută (conform STAS 6675/2) pentru presiunea de regim de 6 și 10 bar, în două variante constructive: simple și mufate. În tabelele 2.4.6a și 2.4.6b, se prezintă un extras pentru țevi cu diametrele între 20 și 125 mm, rezistente la presiunea de 6 și 10 bar. În figura 2.4.5 sunt prezentate principalele fittinguri din PVC care se execută cu aceleași diametre ca și cele ale conductelor cu care se îmbină.

• Țevi și fittinguri din polipropilenă

Se fabrică cu diametrele exterioare cuprinse între 20 și 125 mm, pentru presiuni de 2,5, 4, 6, 10 și 16 bar; în tabelul 2.4.6c, se prezintă un extras pentru țevi cu diametre între 20 și 125 mm rezistente la presiunea de 6 bar.

Compensatoarele de dilatare din PVC, tip lîră sau U, sunt prezentate în figura 2.4.6, iar dimensiunile în tabelul 2.4.7.

Pentru conductele din PVC cu lungimi mari, folosite pentru transportul sub presiune al apei reci, alungirea Δl se poate determina grafic, folosind nomograma din figura 2.4.7, în funcție de lungimea conductei l [m] și de diferența de temperaturi Δt [K]. Dimensionarea compensatoarelor tip U se efectuează, în acest caz, cu nomograma din figura 2.4.8, a compensatoarelor cu curbe simple la 90° cu nomograma din figura 2.4.9a și a compensatoarelor cu curbe duble cu nomograma din figura 2.4.9b.

2.4.2.3 Armături

• Robinete de colț, cu ventil, având corpul din fontă, pentru presiunea nominală $P_n=10$ bar (STAS 2378; fig. 2.4.10, tab. 2.4.8); se montează pe conducta de legătură de la coloană la rezervorul de apă pentru spălarea closetului.

• Robinete cu ventil drept, din fontă, cu mufe (fig. 2.4.11), având diametrele nominale și dimensiunile caracteristice redate în tabelul 2.4.9. Se execută în două

variant: fără sau cu dop de golire.

• Robinete cu sertar și corp oval, din fontă (fig. 2.4.12), având dimensiunile principale redate în tabelul 2.4.10.

• Robinete cu ventil sferic și racord olandez, cu secțiune de trecere totală,

pot fi: cu fluturi de manevră; cu roze de manevră. Se execută din bronz (pentru montare pe țevi din oțel zincat polietilenă sau PVC) sau din cupru (pentru montare pe țevi din cupru).

Tabelul 2.4.1. Țevi din oțel sudate longitudinal pentru instalații (STAS 7656).

Diametrul nominal	Diametrul exterior teoretic	Categorie medie (M)					Categorie ușoară (U)				
		Diametrul exterior [mm]	Grosimea peretelui [mm]	Diametrul interior [mm]	Masa liniară [kg/m]	Conținutul de apă [l/m]	Diametrul exterior [mm]	Grosimea peretelui [mm]	Diametrul interior [mm]	Masa liniară [kg/m]	Conținutul de apă [l/m]
		max.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.
10	3/8	17,5	16,7	12,5	0,84	0,12	17,4	2,0	13,2	0,74	0,14
15	1/2	21,8	21,0	16,2	1,21	0,21	21,7	2,3	16,7	1,08	0,22
20	3/4	27,3	26,5	21,7	1,56	0,37	27,1	2,3	22,3	1,39	0,39
25	1	34,2	33,3	27,3	2,41	0,58	34,0	2,9	27,9	2,20	0,61
32	1 1/4	42,9	42,0	36,0	3,10	1,02	42,7	2,9	36,6	2,82	1,05
40	1 1/4	48,8	47,9	41,9	3,56	1,38	48,6	2,9	42,5	3,24	1,42
50	2	60,8	59,7	53,1	5,03	2,21	60,7	3,2	53,9	4,49	2,28
65	2 1/2	76,6	75,3	68,9	6,42	3,73	76,3	3,2	69,7	5,73	3,82
80	3	89,5	88,0	80,9	8,36	5,14	89,4	3,6	81,7	7,55	5,24
100	4	115,0	113,1	105,3	12,2	8,71	114,9	4,0	106,3	10,8	8,87
125	5	140,8	138,5	129,7	16,6	13,2					
150	6	166,5	163,9	155,1	19,8	18,9					

Notă - diametrul interior, masa liniară și conținutul de apă, corespund diametrului exterior teoretic (mediu).

Tabelul 2.4.2. Țevi din oțel sudate longitudinal pentru construcții (STAS 7657)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior			Grosimea peretelui [mm]	Diametrul interior [mm]	Masa liniară [kg/m]	Conținutul de apă [l/m]
	mediu [mm]	max [mm]	min [mm]				
125	127,0	128,3	126,7	5	117	15,0	10,75
130	133,0	134,3	131,7	5	125	15,8	12,27
140	139,7	141,1	138,3	5	129,7	16,6	13,21
145	141,3	142,7	139,9	5	131,3	16,8	13,54
150	152,4	153,9	150,9	5,4	141,6	19,6	15,75
160	159,0	160,6	157,4	5,4	148,2	20,5	17,25
165	165,1	166,7	163,4	5,4	154,3	21,3	18,70
170	168,3	170,0	166,6	5,6	157,1	22,5	19,38
180	177,8	179,6	176,0	5,6	166,6	23,8	21,80
195	193,7	195,6	191,8	5,6	182,5	26,0	26,16
220	219,1	221,3	216,9	5,6	207,9	29,5	33,95

Notă - diametrul interior, masa liniară și conținutul de apă corespund diametrului exterior mediu

Tabelul 2.4.3. Țevi rotunde, trase din cupru STAS 523/2 (extras)

Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]
exterior	interior		exterior	interior		exterior	interior		exterior	interior	
5	4	0,06	10	8	0,25	15	13	0,39	20	18	0,53
5	3	0,11	10	6	0,45	15	11	0,73	20	16	1,01
6	5	0,08	11	9	0,28	16	14	0,42	22	20	0,59
6	4	0,14	11	7	0,51	16	12	0,79	22	18	1,12
7	6	0,09	12	10	0,31	17	15	0,45	24	22	0,64
7	5	0,17	12	8	0,56	17	13	0,84	24	20	1,24
8	6	0,20	13	11	0,34	18	16	0,48	26	24	0,70
8	4	0,34	13	9	0,62	18	14	0,90	26	22	1,34
9	7	0,23	14	12	0,36	19	17	0,50	30	28	0,82
9	5	0,40	14	10	0,65	19	15	0,96	30	26	1,57

Tabelul 2.4.4. Țevi rotunde extrudate din plumb STAS 671 - extras pentru țevi rezistente la presiuni $p > 6$ bar

Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Presiunea de regim [bar]	Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Presiunea de regim [bar]	Diametrul [mm]		Masa liniară [kg/m]	Presiunea de regim [bar]
exterior	interior			exterior	interior			exterior	interior		
18	10	2,0	20	38	30	4,8	6	54	40	11,7	8
21	13	2,4	15	40	30	6,2	8	60	45	14,0	8
23	15	2,7	13	40	25	8,7	15	62	50	12,0	6
28	20	3,4	10	42	30	7,7	10	65	50	15,4	7
30	20	4,4	12	44	30	9,2	11	70	50	21,4	10
33	25	4,1	8	50	40	8,0	6	80	60	24,9	8
35	25	5,3	10	52	40	9,8	7	100	80	32,0	6

Tabelul 2.4.5 a. Țevi din polietilenă PE 80, PN 6 bar (DIN 8074)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max	Min	Max	Min	Max		
20	20,0	20,3	1,8	2,4	15,2	16,7	0,107	0,181
25	25,0	25,3	1,8	2,4	20,2	21,7	0,137	0,320
32	32,0	32,3	1,9	2,4	27,2	28,5	0,186	0,581
40	40,0	40,4	2,3	2,8	34,4	35,8	0,284	0,929
50	50,0	50,5	2,9	3,4	43,2	44,7	0,438	1,466
63	63,0	63,6	3,6	4,2	54,6	56,4	0,684	2,341
75	75,0	75,7	4,3	5,0	65,0	67,1	0,971	3,318
90	90,0	90,9	5,1	5,9	78,2	80,7	1,380	4,803
110	110,0	111,0	6,3	7,2	95,6	98,4	2,070	7,178
125	125,0	126,2	7,1	8,1	108,8	112,0	2,650	9,297

• **Robinete de reținere cu ventil din fontă**, pentru presiunea nominală $P_n=16$ bar, (STAS 1516; fig. 2.4.13, tab. 2.4.11). După construcția corpului, robinetele de reținere se execută în trei tipuri: drepte, simbol D; de colț, simbol C; înclinate, simbol I. După felul cursei ventilului, robinetele de reținere se execută în două variante: varianta F, cu cursă fixă; varianta R, cu cursă reglabilă. După forma suprafeței de etanșare a ventilului, robinetele se execută în trei forme: 1, cu ventil plan; 2, cu ventil conic; 3, cu ventil sferic. După modul de închidere a ventilului, robinetele de reținere se execută: cu arc (simbol A); fără arc (fără simbol).

• **Reductoare de presiune pentru apă** (fig. 2.4.14): reducerea presiunii are loc prin efect de laminare la trecerea apei prin secțiunea dintre clapeta 3 și scaunul 2. Poziția clapetei este determinată de echilibrul dinamic dintre forța de presiune a apei și forța elastică a unui resort (arc) exercitate asupra unei membrane elastice. Pentru reglarea presiunii din aval se acționează un șurub de reglare care modifică forța elastică a resortului.

2.4.2.4 Aparatură de măsură și control

Pentru cunoașterea consumului de apă, a nivelului de temperatură și a regimului de presiune, se utilizează aparatură pentru măsurarea și/sau înregistrarea valorilor parametrilor respectivi.

• **Aparate sau contoare de apă (apometre)**

Se clasifică, după principiul de funcționare, în apometre:

- de viteză, care înregistrează consumul de apă, fie prin acționarea unei roți cu palete sau elice (apometre cu turbină) care transmit mișcarea unui mecanism integrator de înregistrare a debitului, fie prin măsurarea diferenței de presiune la trecerea apei printr-o diafragmă (apometru diferențial);

- volumetrice, care înregistrează cantitatea de apă prin umplerea și golirea succesivă a unor compartimente cu volum determinat.

După modul de admisie a apei, apometrele cu turbină pot fi:

- cu admisie tangențială, direcția de curgere a apei fiind perpendiculară pe axul turbinei;

- cu admisie axială, direcția de curgere a apei fiind paralelă cu axul turbinei;

- combinate, având montate, în serie sau paralel, ambele turbine menționate; aceste apometre se folosesc în instalații cu diferențe mari între consumul maxim și cel minim de apă.

După modul de montare a cadranelor pentru citirea consumului se disting apometre cu cadranul:

- uscat, montat într-o casetă separată de corpul apometrelui;

- înecat, cadranul fiind în contact cu apa și protejat de un geam care

Tabelul 2.4.5 b. Țevi din polietilenă PE 80, PN 10 bar (DIN 8074)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	3,0	3,5	13,0	14,3	0,164	0,133
25	25,0	25,3	3,0	3,5	18,0	19,3	0,213	0,254
32	32,0	32,3	3,0	3,5	25,0	26,3	0,281	0,491
40	40,0	40,4	3,0	3,5	33,0	34,4	0,359	0,855
50	50,0	50,5	3,7	4,3	41,4	43,1	0,560	1,346
63	63,0	63,6	4,7	5,4	52,2	54,2	0,880	2,140
75	75,0	75,7	5,5	6,3	62,4	64,7	1,230	3,058
90	90,0	90,9	6,6	7,5	75,0	77,7	1,760	4,418
110	110,0	111	8,1	9,2	91,6	94,8	2,630	6,590
125	125,0	126,2	9,2	10,4	104,2	107,8	3,390	8,528
140	140,0	141,3	10,3	11,6	116,8	120,7	4,240	10,715

Tabelul 2.4.6 a. Țevi din policlorură de vinil neplastifiat PVC 60, PN 6 bar (STAS 6675)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	1,3	1,7	16,6	17,7	0,123	0,216
25	25,0	25,3	1,5	1,9	21,2	22,3	0,174	0,353
32	32,0	32,3	1,8	2,2	27,6	28,7	0,264	0,598
40	40,0	40,3	2,0	2,4	35,2	36,3	0,366	0,973
50	50,0	50,3	2,4	2,9	44,2	45,5	0,552	1,534
63	63,0	63,3	3,0	3,5	56,0	57,3	0,854	2,463
75	75,0	75,3	3,6	4,2	66,6	68,1	1,220	3,484
90	90,0	90,3	4,3	5,0	80,0	81,7	1,750	5,027
110	110,0	110,4	5,3	6,1	97,8	99,8	2,610	7,512
125	125,0	125,4	6,0	6,8	111,4	113,4	3,340	9,747

Tabelul 2.4.6 b. Țevi din policlorură de vinil neplastifiat PVC 60, PN 10 bar (STAS 6675)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	1,5	1,9	16,2	17,3	0,137	0,206
25	25,0	25,3	1,9	2,3	20,4	21,5	0,212	0,327
32	32,0	32,3	2,4	2,9	26,2	27,5	0,342	0,539
40	40,0	40,3	3,0	3,5	33,0	34,3	0,525	0,855
50	50,0	50,3	3,7	4,3	41,4	42,9	0,809	1,346
63	63,0	63,3	4,7	5,4	52,2	53,9	1,290	2,140
75	75,0	75,3	5,6	6,4	62,2	64,1	1,820	3,039
90	90,0	90,3	6,7	7,6	74,8	76,9	2,610	4,394
110	110,0	110,4	8,2	9,2	91,6	94,0	3,900	6,590
125	125,0	125,4	9,3	10,5	104,0	106,8	5,010	8,495

Tabelul 2.4.6 c. Țevi din polipropilenă PP 60, PN 6 bar (DIN 8077)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	1,8	2,2	15,6	16,7	0,103	0,191
25	25,0	25,3	1,8	2,2	20,6	21,7	0,132	0,333
32	32,0	32,3	1,9	2,3	27,4	28,5	0,180	0,590
40	40,0	40,4	2,3	2,8	34,4	35,8	0,273	0,929
50	50,0	50,5	2,9	3,4	43,2	44,7	0,422	1,466
63	63,0	63,6	3,6	4,2	54,6	56,4	0,659	2,341
75	75,0	75,7	4,3	5,0	65,0	67,1	0,935	3,318
90	90,0	90,9	5,1	5,9	78,2	80,7	1,330	4,803
110	110,0	111	6,3	7,2	95,6	98,4	1,990	7,178
125	125,0	126,2	7,1	8,1	108,8	112,0	2,550	9,297

rezistă la presiunea apei.

Corpul apometrelor se execută din fontă, bronz sau oțel turnat, iar turbina din materiale plastice pentru apă rece (cu temperaturi până la + 30 °C).

Principalele caracteristici ale apometrelor, de care trebuie ținut seamă, la ale-

gerea și montarea lor în instalație, sunt următoarele: diametrul nominal D_n [mm]; debitul nominal Q_n [m³/h], căruia îi corespunde o pierdere de sarcină nominală [bar] sau [mm H₂O]; debitele maxime Q_{max} , tranzitorii Q_t și minime Q_{min} [m³/h]; debitul minim, năruit și sensibilitatea apometrului,

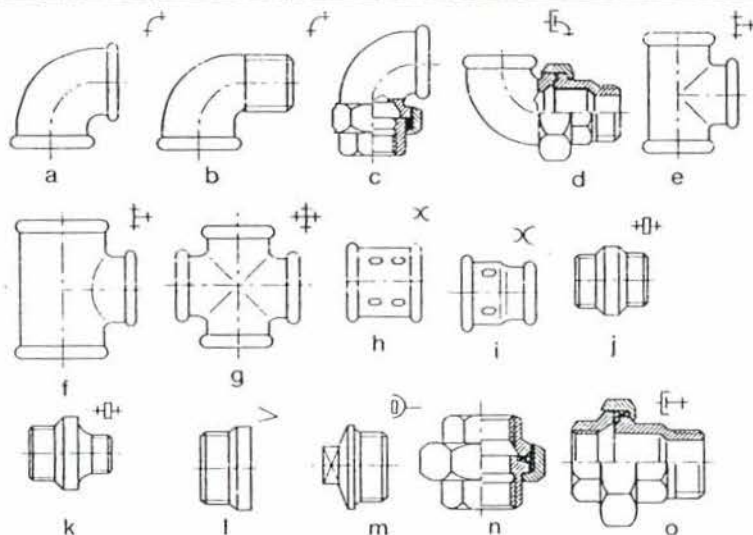


Fig. 2.4.4. Fitinguri zincate, din fontă maleabilă, pentru îmbinarea țevelor din oțel zincat: a - cot cu filete interioare; b - cot cu filet interior și exterior; c - cot cu racord olandez, cu etansare plană, cu filet interior și exterior; d - cot cu racord olandez, cu etansare conică, cu filet interior și exterior; e - teu egal cu filet interior; f - teu cu ramificație redusă cu filet interior; g - cruce cu ramificații egale, cu filet interior, h - mufă cu filet stânga - dreapta; i - mufă redusă concentrică; j - niplu cu filet dreapta și stânga; k - niplu redus cu filet exterior; l - reducere; m - dop; n - racord olandez cu etansare plană, cu filet interior; o - racord olandez, cu filet interior și exterior.

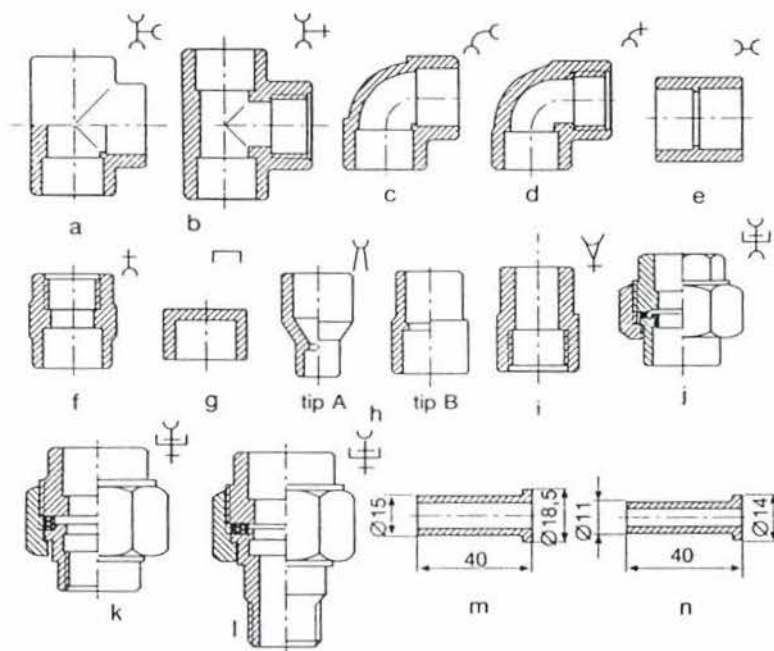


Fig. 2.4.5. Fitinguri din PVC pentru îmbinare prin lipire și înfiletare (pe figură sunt notate și semnele convenționale de reprezentare în desen):

a - teu; b - teu pentru îmbinare mixtă; c - cot; d - cot pentru îmbinare prin înfiletare; e - mufă (manșon); f - mufă (manșon) pentru îmbinare prin filetare; g - capac; h - reducere tip A sau B; i - reducere pentru îmbinare prin filetare; j - racord olandez de lipit; k - racord olandez cu filet interior; l - racord olandez cu filet exterior; m - piesă de legătură la robinetul de lavoar; n - idem, pentru robinete prin înfiletare cu plutitor.

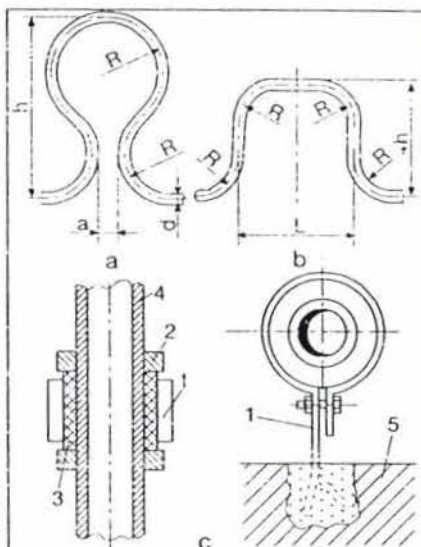


Fig. 2.4.6. Compensatoare de dilatare și puncte fixe montate pe coloane din PVC: a - compensator tip lă; b - compensator tip U; c - detaliu de punct fix; 1 - brătară metalică; 2 - inel din PVC lipit cu adeziv pe țeava din PVC; 3 - garnitură elastică; 4 - țeavă din PVC; 5 - element de construcție.

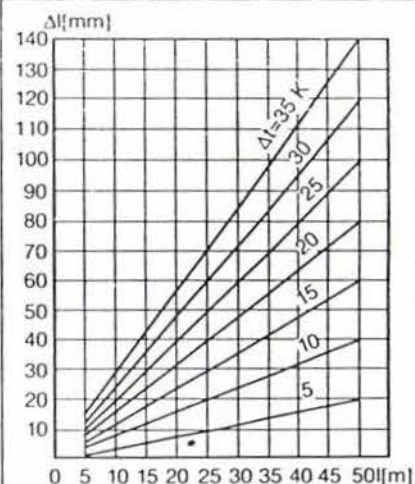


Fig. 2.4.7. Nomograma pentru determinarea alungirii Δl conductelor din PVC în funcție de lungimea l și diferența de temperatură Δt .

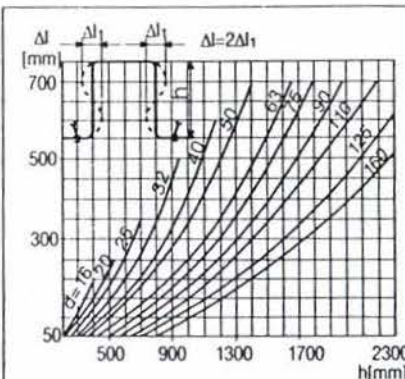


Fig. 2.4.8. Nomograma pentru dimensionarea compensatoarelor tip U din PVC.

fiind debitul orar minim pe care apometrul îl înregistrează la presiunea maximă de lucru (de regulă, 16 bar); pierderea de sarcină la trecerea apei prin apometru [bar] sau [mm H₂O]; eroarea maximă admisă între $Q_{\min}$ și Q_t respectiv, între Q_t și $Q_{\max}$; puritatea și temperatura apei ce trece prin apometru.

În general, cunoscând debitul nominal Q_n și pierderea de sarcină H_n corespunzătoare debitului nominal se poate stabili relația între Q_n , H_n și debitul de calcul q_c ce traversează apometrul la pierderea de sarcină H_c corespunzătoare și anume:

$$\frac{H_n}{H_c} = \frac{Q_n^2}{q_c^2} \quad (2.4.1)$$

De pierderea de sarcină H_c trebuie ținut seamă la stabilirea sarcinii hidrodinamice a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Contoarele pentru apă rece și respectiv, apă caldă de consum, produse în țară (de firma PRECIZIA S.A.-WOLTMAN ZENNER), precum și cele importate (produse de firme ca SCHLUMBERGER, ISTAMETER etc.) trebuie să aibă "aprobare de model", eliberată de Biroul Român de Metrologie Legală (B.R.M.L.) și agrement tehnic, care să certifice caracteristicile funcționale ale contoarelor (conform ISO 4064/1).

Contoarele de apă rece sau caldă se execută cu următoarele diametre nominale: D_n 20, 50, 65, 80, 100, 125, 150 și 200 mm (fig. 2.4.15).

În figura 2.4.16. este prezentat un contor montat din construcție, pe o baterie de baie.

În cataloagele firmelor producătoare de contoare sunt date, pentru fiecare tip, dimensiunile, caracteristicile tehnice și nomogramele pentru determinarea pierderilor de sarcină, la trecerea apei prin contor.

• Termometre

Se utilizează, în special, în instalațiile de preparare și alimentare cu apă caldă, dar și în cele cu apă rece.

După principiul de funcționare se produc termometre cu dilatare, manometrice, electrice și termocuple.

• Manometre

Pentru cunoașterea regimului de variație a presiunii, într-un anumit punct al instalației de alimentare cu apă sau din recipientele sub presiune, se utilizează manometre de tip cu lichid sau cu elemente elastice.

În stăinătate se produce o mare varietate de aparate de măsură și control pentru măsurarea presiunii și temperaturii și anume cu:

- indicarea directă a valorilor măsurate;
- înregistrarea valorilor măsurate pe bandă sau pe calculator;
- transmiterea la distanță a valorilor măsurate și afișarea pe un panou;
- transmiterea unor impulsuri la

Tabelul 2.4.8. Robinete de colț cu ventil, având corpul din fontă P_n 10 (STAS 2378)

Diametrul nominal D_n [mm]	d [in]	l [mm]	L [mm]	l_1 [mm]	d_1
10	3/8	10	50	17	12
15	1/2	12	51	22	14

Tabelul 2.4.9. Robinete cu ventil drept, din fontă, cu mufe, P_n 10 (STAS 6480)

Diametrul nominal D_n [mm]	d [in]	L [mm]	h^* [mm]
10	3/8	60	77
15	1/2	68	84
20	3/4	80	93
25	1	95	105
32	1 1/4	112	126
40	1 1/2	127	138
50	2	150	160
65	2 1/2	186	218
80	3	220	248
100	4	270	301

* Cota h corespunde robinetului deschis și este informativă

Tabelul 2.4.7. Dimensiunile compensatoarelor de dilatare din PVC tip lîră și în formă de U

Diametrul exterior al țevii [mm]	Dimensiunile compensatoare tip lîră [mm]			Dimensiunile compensatoarelor tip U, [mm]		
	R	a	h	R	h	b
12	50	40	200	50	200	170
16	50	40	220	65	220	200
20	60	40	260	80	260	230
25	75	50	280	100	280	250
32	100	64	320	130	320	300
40	120	80	400	160	400	370
50	150	100	500	200	500	460
63	190	130	630	250	630	580
75	225	150	750	300	750	700
90	270	180	900	360	900	840
110	330	320	1140	450	1250	1140

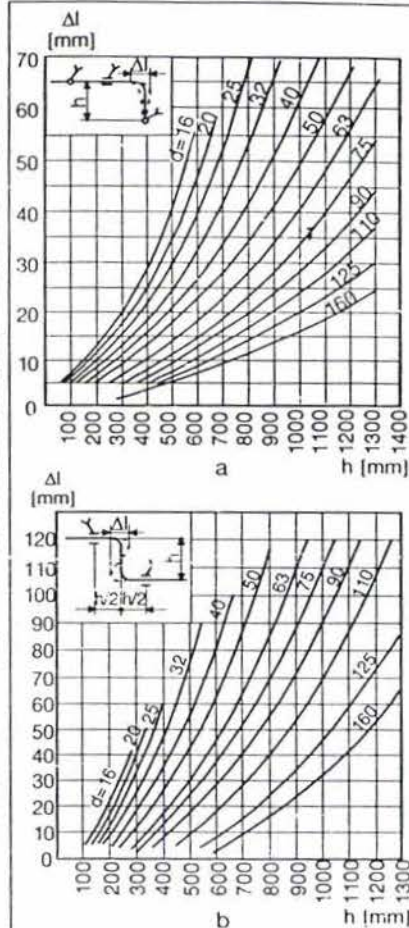


Fig. 2.4.9. Nomograma pentru dimensionarea compensatoarelor cu curbe: a - simple la 90°; b - duble.

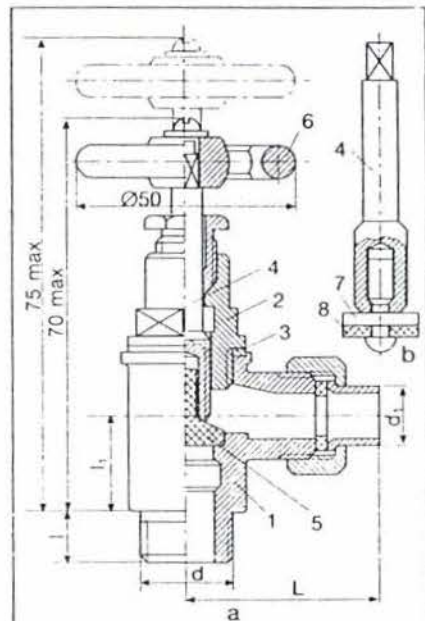


Fig. 2.4.10. Robinet de colț cu ventil având corpul din fontă: a - varianta A, cu ventil din material plastic; b - varianta B cu ventil metalic și garnitură de cauciuc; 1 - corp; 2 - capac; 3 - garnitură; 4 - tijă; 5 - ventil; 6 - roată de manevră; 7 - suport; 8 - garnitură.

Tabelul 2.4.10. Robinete cu sertar și corp oval, din fontă (STAS 2550)

Diametrul nominal D_n [mm]	Dimensiuni de gabarit [mm]				Flanșe de legătură la conductă [mm]				Filetul surubului	Roată de manevră d_4 [mm]
	L	h_1	h_2	A	d_1	d_2	$n \times d_3$	b		
40	240	250	390	170	145	110	4 x 18	18	M 16	180
50	250	275	410	186	160	125	4 x 18	20	M 16	180
65	270	340	460	225	180	145	4 x 18	20	M 16	225
80	280	345	480	240	195	160	4 x 18	22	M 16	225
100	300	385	570	276	215	180	8 x 18	22	M 16	250
150	350	490	740	362	280	240	8 x 22	24	M 20	280
200	400	600	930	440	335	295	8 x 22	26	M 20	320
250	450	710	1115	500	390	350	12 x 22	28	M 20	360
300	500	805	1200	580	440	400	12 x 22	28	M 20	400

Observații:

1. Valorile cotelor h_1 , h_2 și A au caracter informativ, servind la stabilirea gabaritului în vederea montării; 2. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi; 3. Valorile diametrului d_4 al roții de manevră sunt informative.

Tabelul 2.4.11. Robinete de reținere cu ventil, din fontă, Pn (STAS 1516)

Diametrul nominal D_n [mm]	Dimensiuni de gabarit [mm]					Flanșe de legătură la conductă [mm]				Filetul șuruburilor
	L	L_1	h_1	h_2	h_3	d_1	d_2	$n \times d_3$	b	
15	130	90	65	115	40	95	65	4x14	14	M 12
20	150	95	80	120	50	105	75	4x14	16	M 12
25	160	100	85	125	55	115	86	4x14	16	M 12
40	200	115	110	155	75	145	110	4x18	18	M 16
50	230	125	120	160	80	160	125	4x18	20	M 16
65	290	145	140	195	90	180	145	4x18	20	M 16
80	310	155	150	220	95	195	160	8x18	22	M 16
100	350	175	170	235	110	245	180	8x18	24	M 16
150	480	225	210	310	125	280	240	8x22	26	M 20

Observații: 1. Cotele h_1 , h_2 și h_3 sunt informative; 2. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi.

diferite aparate sau armături de acționare.

2.4.2.5 Obiecte sanitare, armături și accesorii

Pentru utilizarea apei în condiții practice și igienice se folosesc obiecte sanitare ca: lavoare, căzi de baie, dușuri, closete, pisoare, bideuri, spălătoare pentru vase, chiuvete etc.

Obiectele sanitare trebuie să:

- aibă forma și mărimea necesară unei utilizări/funcționări normale și cât

mai comode;

- reziste la variația de temperatură impusă în procesul funcțional;

- reziste la acțiunile mecanice și chimice legate de exploatarea și întreținerea lor;

- aibă un aspect plăcut și să permită curățirea ușoară și completă a obiectului;

- prezinte siguranță în utilizarea lor (să nu se spargă, să nu prezinte pericol de tăiere sau rănire în folosință etc.)

Obiectele sanitare se execută, în general, din porțelan sanitar, fontă emailată, gresie, materiale plastice, poliester armat, polimetacrilat, tablă din oțel inoxidabil etc.

Atât în țară, cât și în străinătate, se produc obiecte sanitare într-o gamă variată de forme și dimensiuni.

După destinația lor, obiectele sanitare pot fi de construcție:

- obisnuită (cu dimensiuni standardizate) pentru echiparea clădirilor de locuit și a grupurilor sanitare din unele clădiri social-culturale și anexele sociale ale unităților industriale;

- specială, pentru echiparea sălilor de operații din spitale, a creșelor, grădinițelor etc. sau pentru folosirea lor de către persoane cu handicap fizic.

• Lavoare

Lavoarele produse în țară (fig. 2.4.17) se execută din porțelan sanitar sau din fontă emailată, cu spătar sau fără spătar, și au dimensiunile redate în tabelul 2.4.12 (STAS 1540). Lavoarele sunt prevăzute cu orificiu de preaplin care comunică printr-un canal cu orificiul de scurgere, la care se montează un ventil cu dop și sifonul cu

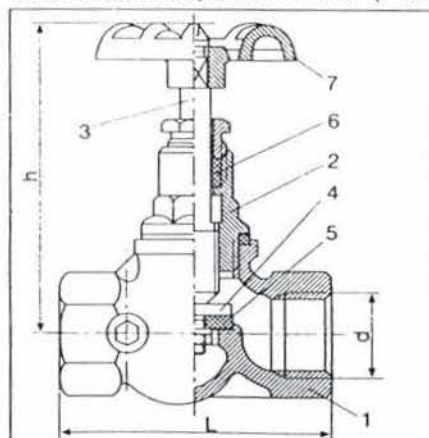


Fig. 2.4.11. Robinet cu ventil drept, din fontă cu mufe, cu dop de golire: 1 - corp; 2 - capac; 3 - tijă; 4 - ventil; 5 - garnitura ventilului; 6 - garnitura tijei; 7 - roată de manevră.

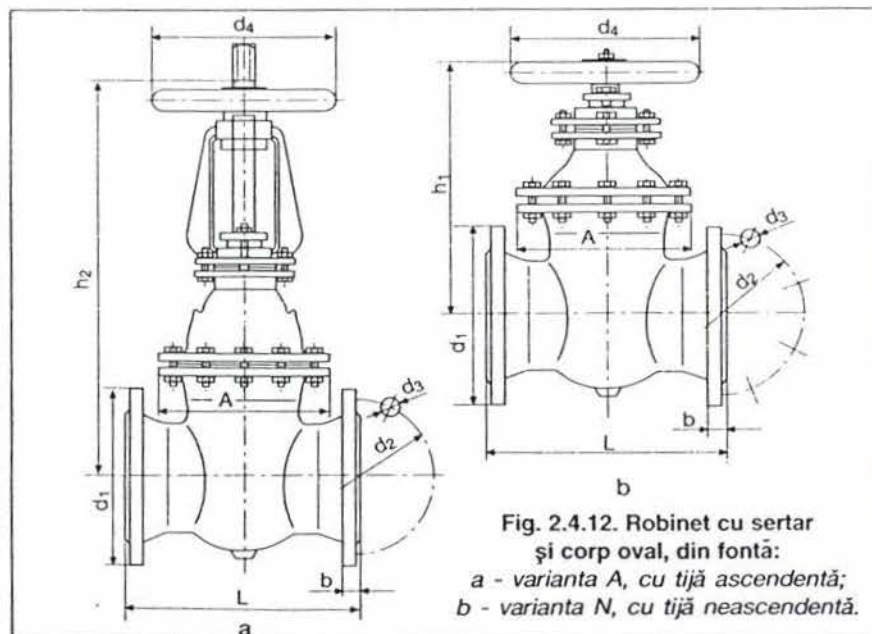


Fig. 2.4.12. Robinet cu sertar și corp oval, din fontă: a - varianta A, cu tijă ascendentă; b - varianta N, cu tijă neascendentă.

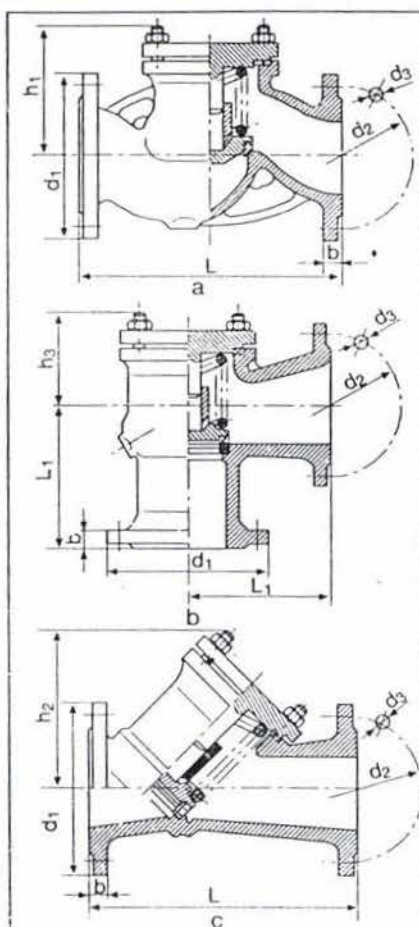


Fig. 2.4.13. Robinete de reținere cu ventil, din fontă:
a - robinet drept, simbol D;
b - robinet de colț, simbol C;
c - robinet înclinat, simbol I.

gardă hidraulică. Lavoarele pot fi echipate cu unul sau două robinete ori cu baterii amestecătoare de apă rece cu apă caldă, montate pe lavoar (stative) sau perete. Distanța între axele orificiilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor stativ, produse în țară, este de 160 mm, iar dia-

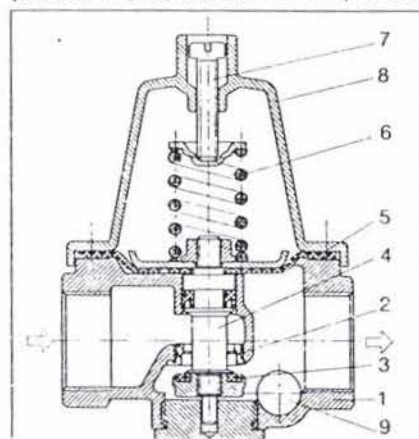


Fig. 2.4.14. Reductor de presiune pentru apă:

1 - corp; 2 - scaun; 3 - clapetă; 4 - piston; 5 - membrană elastică; 6 - arc (resort); 7 - șurub de reglare; 8 - capac; 9 - orificiu pentru manometru.

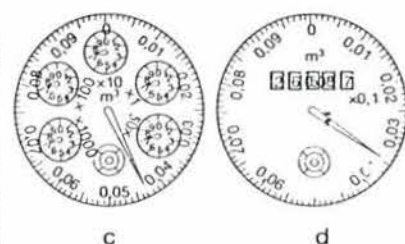
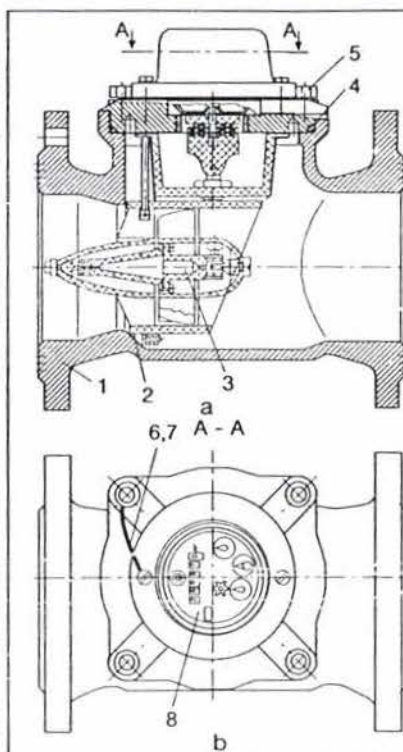


Fig. 2.4.15. Contor pentru apă rece:
a - secțiune verticală; b - secțiune orizontală; c - cadran cu citire indirectă; d - cadran cu citire directă; 1 - carcasă; 2 - garnitură amonte; 3 - modul de contorizare; 4 - inel de etanșare; 5 - șurub; 6 - sârmă de sigiliu; 7 - plumb de sigiliu; 8 - cadran pentru citirea debitului de apă înregistrat.

metrul racordului sifonului este de 45 mm. Majoritatea lavoarelor care se produc în străinătate au distanța între axele orificiilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor de 200 mm și diametrul racordului sifonului de 45 sau 46 mm.

Lavoarele produse de numeroase firme din străinătate, satisfac cele mai exigente cerințe estetice (forme, dimensiuni, culori) și de confort igienico-sanitar și pot fi montate pe console, structuri metalice (sistem GEBERIT), integrate în mobilier, cu mascarea legăturilor și a sifonului de scurgere folosind picior (fig. 2.4.18) sau pedestal. Se execută și lavoare duble (fig. 2.4.19)

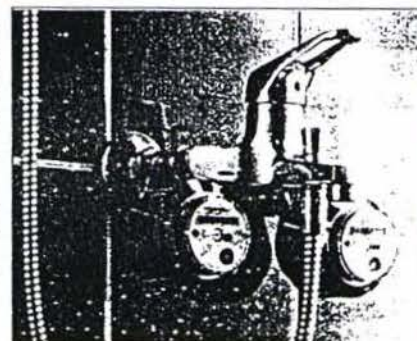


Fig. 2.4.16. Contoare montate la robinetele de apă rece și apă caldă ale bateriilor amestecătoare (firma ISTAMETER, Germania).

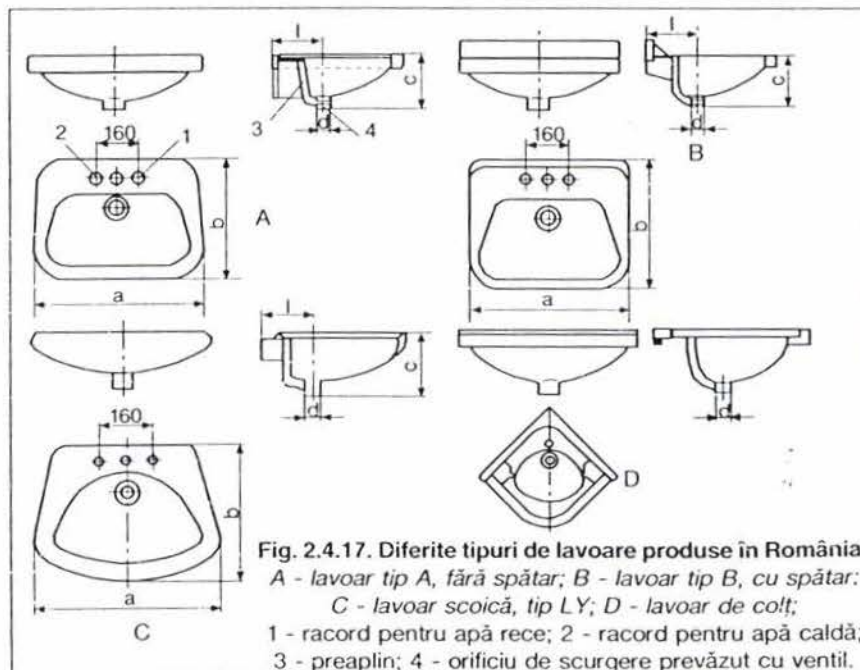


Fig. 2.4.17. Diferite tipuri de lavoare produse în România:
A - lavoar tip A, fără spătar; B - lavoar tip B, cu spătar;
C - lavoar scoică, tip LY; D - lavoar de colț;
1 - racord pentru apă rece; 2 - racord pentru apă caldă;
3 - preaplin; 4 - orificiu de scurgere prevăzut cu ventil.

Tabelul 2.4.12. Lavoare din porțelan sau semiporțelan (STAS 1540)

Mărimea	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	l [mm]
37	370	250...290	150	45	80...110
40	400	310...365	160	45	150...180
45	450	260...300	160	45	80...110
50	500	380...450	180	45	185...220
55	550	420...500	200	45	185...220
60	600	420...550	210	45	185...220
65	650	500...590	220	45	185...220
70	700	500...640	230	45	185...220

Tabelul 2.4.13. Căzi de baie din fontă, emailate, pentru adulți (STAS 2757)

Mărimea	L [mm]	B [mm]	c [mm]	H [mm]	Capacitatea utilă până la preaplin (informativă) [l]	Masa informativă (fără picioare) [kg]
1200/420	1200	700	50...85	420	175	78
1500/420	1500	720	50...85	420	198	92,5
1700/420	1700	750	50...85	420	215	122

Tabelul 2.4.14. Căzi de duș produse în România

Tipul	Dimensiunile [mm]					Materialul	Masa [kg]
	a	h	b	c	d		
Cadă de duș pătrată	830	150	60	165	52	acril	45
	880	185	60	165	52	fontă emailată	
Cadă de duș cu bordură rotunjită	1400	400	60	165	52	acril	45
	900	185	55	165	52	fontă emailată	

Tabelul 2.4.15. Vase de closet din porțelan sau semiporțelan sanitar pentru adulți (STAS 2066/1)

l [mm]	l ₁ [mm]	h [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	g [mm]	α°
max 500	max 510	400	160	max 370	435	105	16	60	67

cu piedestale duble sau cu mobilier de mascare, conceput să permită utilizarea spațiului de sub lavoar. Pentru hoteluri și chiar pentru locuințele cu confort ridicat, lavoarele sunt montate pe piese de mobilier complete care au atât rolul de mascare a sifonului și a

robinetelor de închidere, cât și rolul de a cuprinde oglinda, dulapuri laterale pentru obiecte de toaletă și medicamente, precum și elemente de fixare și mascare a corpurilor de iluminat.

• Căzi de baie

Căzile de baie produse în țară (fig.

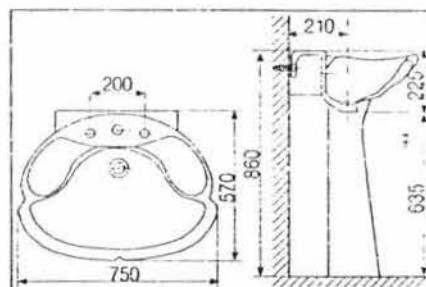


Fig. 2.4.18. Lavoar cu picior de mascare a sifonului și a robinetelor de închidere.

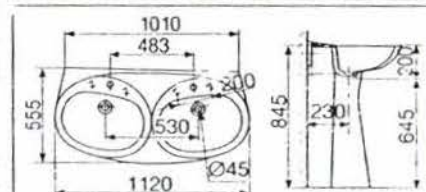


Fig. 2.4.19. Lavoar cu două cuve și două picioare de mascare a sifoanelor și a robinetelor de închidere.

2.4.20), se execută din fontă și tablă emailată și din mase plastice și au dimensiunile adaptate pentru uzul persoanelor adulte (tab. 2.4.13) sau al copiilor. Căzile de baie pentru adulți sunt prevăzute cu un orificiu pentru golire și un orificiu pentru preaplin, iar cele pentru copii, numai cu orificiu pentru golire. Racordarea la instalațiile de canalizare se realizează prin intermediul unui sifon tip U sau al unui sifon de pardoseală de tip combinat.

Firmele străine produc căzi de baie cu configurații ergonomice, cu o mare varietate de forme și dimensiuni, prevăzute cu rezemători pentru brațe (fig. 2.4.21a), sau tetiere (fig. 2.4.21b) încorporate. Ca materiale se folosesc atât fonta emailată, tabla din oțel emailată și masele plastice (în special acril), cât și materiale de sinteză, de tip compozit, cu calități deosebite.

Căzile pentru hidroterapie (fig. 2.4.22) sunt prevăzute cu duze alimentate cu aer comprimat și cu un circuit de recirculare a apei cu o pompă. În funcție de tip (standard sau de lux), sistemul poate dispune de diverse facilități precum încălzirea aerului ozonat, reglarea și pulsarea debitului de aer și de apă, variația intensității și orientarea jeturilor. Căzile sunt echipate cu conducte de apă și de aer realizate cu țevi din cupru sau PVC, montate cu pante corespunzătoare pentru asigurarea golirii complete a apei, după utilizare. De asemenea, prin poziția de montare se asigură golirea gravitațională a apei din corpul pompei de circulație. Pentru controlul calității apei și a parametrelor funcționale, căzile sunt dotate cu traductori de nivel și temperatură, precum și cu dispozitive de comandă și reglare.

Căzile de baie pentru persoane cu handicap fizic sunt concepute, funcțional

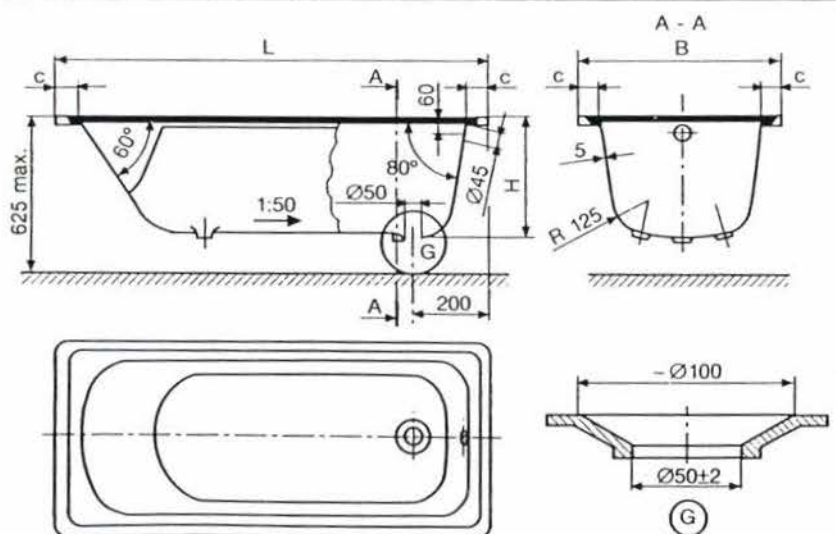


Fig. 2.4.20. Cadă de baie din fontă emailată.

și dimensional, pentru a satisface în mod optim cerințele de utilizare ale persoanelor cu deficiențe motorii. Cuva este prevăzută cu portieră laterală etanșă, cu scaun încorporat și rampă perimetrală de susținere, din oțel inoxidabil. Fundul/pardoseala căzii este antiderapantă. Cuva este echipată cu instalație escamotabilă pentru spălarea părului.

Căzile de baie se montează pe suporturi reglabile sau pe elemente de construcții, înzidite sau liber, pe una sau mai multe laturi, în funcție de tipul și dimensiunile căzii, precum și de mărimea spațiului disponibil și exigențele estetice.

• Căzi și cabine de duș

Se execută din tablă sau fontă emailată, porțelan sanitar, mase plastice și materiale de tip compozit.

Căzile de duș sunt realizate sub formă de cuve cu adâncime redusă, de tip pătrat, dreptunghiular sau de colț, cu bordura rotunjită. În figura 2.4.23 și în tabelul 2.4.14 sunt prezentate principalele dimensiuni ale căzilor de duș produse în țară, iar în figura 2.4.24, se prezintă câteva tipuri de căzi de duș produse în străinătate cu cuvă de adâncime redusă, de formă pătrată (fig. 2.4.24a) de colț (fig. 2.4.24b), cu cuvă adâncită și cu scaun încorporat (fig. 2.4.24c și d), cu fundul antiderapant și prevăzute cu orificiu de golire.

Unele tipuri de cuve sunt prevăzute cu ventile speciale de $\phi 60$ sau 90 mm echipate cu grătar nichelat și sifon cu gardă hidraulică cu racord lateral.

Racordarea la instalațiile de canalizare se face prin intermediul unui sifon în formă de S sau a unui sifon de pardoseală de tip combinat.

Cuvele de duș se pot monta încastat în pardoseală sau într-o bordură supraînălțată ori așezat direct pe pardoseală. Unele tipuri sunt prevăzute cu șuruburi de calare pentru asigurarea orizontalității la montare.

Cabinele de duș sunt realizate din panouri vitrate, plane (fig. 2.4.25a) sau curbilini (fig. 2.4.25b) din sticlă securizată sau din sticlă sintetică, montate pe conturul cuvei de duș și prevăzute cu uși de acces batante ori glisante. În unele cazuri, ușa de acces este înlocuită cu o perdea din material plastic.

Scheletul (structura) se realizează cu profile din aluminiu sau din mase plastice, solidarizate la partea inferioară și superioară și se etanșează cu garnituri din elastomeri.

Soluția a fost adoptată și pentru uzul persoanelor cu handicap fizic (mobilitate redusă), cabina fiind prevăzută pentru acces cu un panou pivotant, echipat cu scaun. Opțional, panourile pivotante pot fi echipate cu accesorii utile pentru diferite tipuri de handicap: bare de tracțiune, suporturi pentru picioare, mânere sau

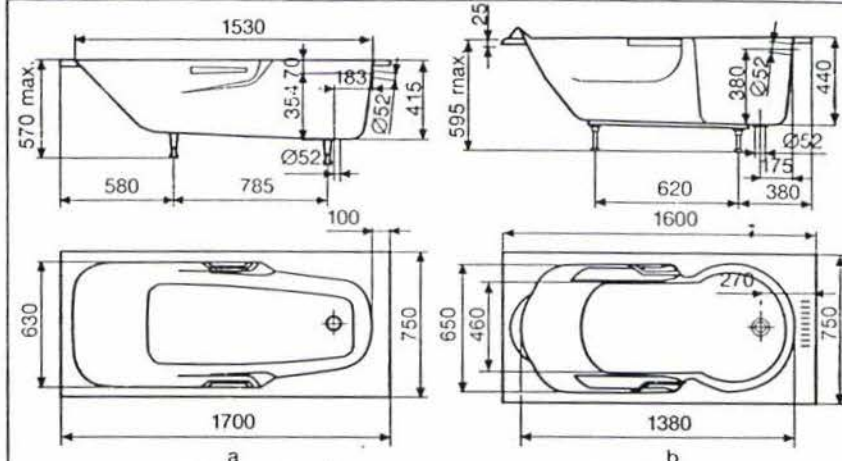


Fig. 2.4.21. Căzi de baie produse în străinătate:

a - cu rezemători pentru brațe; b - rezemătoare de brațe și tetieră.

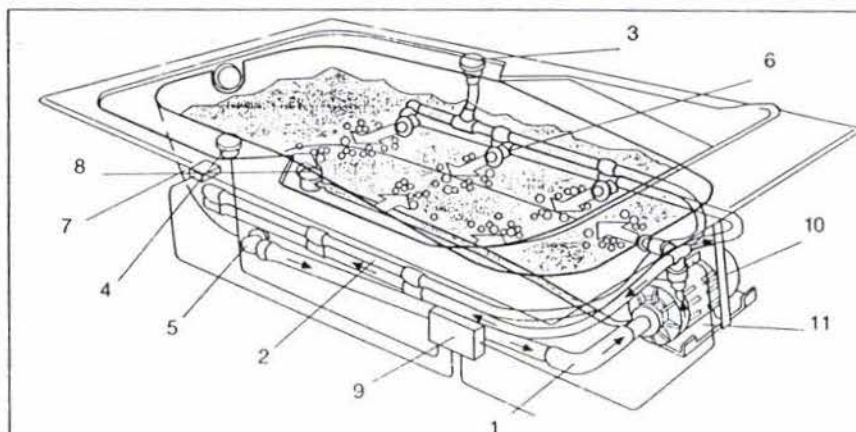


Fig. 2.4.22. Cadă de baie pentru hidroterapie (hidromasaj):

1 - conductă de apă; 2 - conductă de aer; 3 - reglarea debitului de aer; 4 - comanda electrică a pompei de apă; 5 - crepină pentru absorbția apei din cadă; 6 - duză de injectat apă cu aer; 7 - detector de nivel al apei; 8 - clapetă dublă de golire a apei; 9 - cofret electric; 10 - grupul motor cu pompă de apă; 11 - amortizor de zgomot pentru grupul motor - pompă.

bare de susținere etc.

Uzual, cuvele și/sau cabinele de duș se echipează cu baterii amestecătoare, obișnuite, cu duș fix sau cu racord flexibil. În funcție de exigențele de confort impuse, pot fi dotate cu armături sanitare specializate, precum moderatoare termostate, temporizatoare, sisteme de reglare a formei și intensității jetului de apă etc.

Cabinele de duș pentru hidroterapie sunt prevăzute cu aparatură necesară efectuării procedurilor specifice (duș, hidromasaj etc). Cabinele (fig. 2.4.25) sunt echipate cu dispozitive electronice de comandă, reglare, semnalizare automată în sistem interactiv, precum și cu mijloacele adecvate de securitate.

• Vase de closet și rezervoare de apă pentru spălarea vaselor de closet.

Vasele de closet produse în țară se execută fie din porțelan sau semiportelan sanitar, cu scaun (fig. 2.4.26), și cu dimensiunile redată în tabelul 2.4.15, fie din fontă emailată, cu tălpi (fig. 2.4.27), având forma ovală sau dreptunghiulară.

Closetele cu scaun sunt prevăzute,

prin construcție, cu sifon cu gardă hidraulică. Golirea closetului în conducta de canalizare se face printr-un ștut prevăzut lateral sau vertical în jos, care are diametrul interior de 100 mm.

Closetele cu tălpi se utilizează în clădiri în care frecvența de utilizare este mare (gări, cazărmi, closete publice etc) și pot fi spălate cu un jet de apă de la un robinet cu furtun.

În străinătate, se produc diferite tipuri

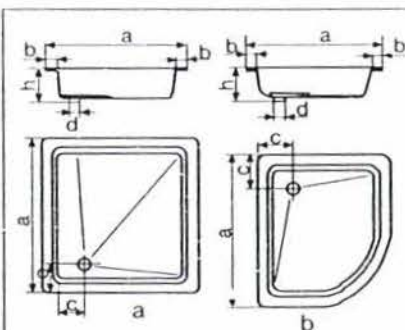
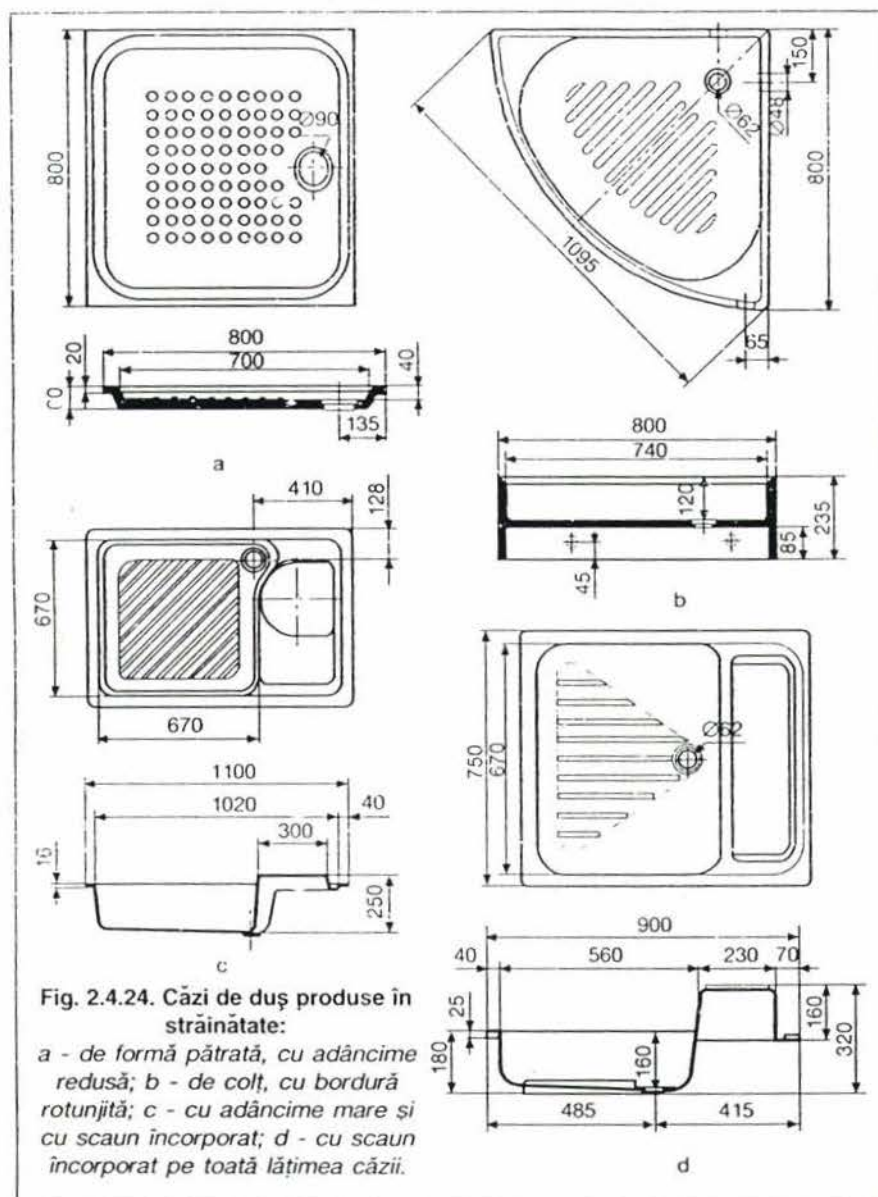


Fig. 2.4.23. Căzi de duș, din fontă emailată produse în România:

a - de formă pătrată; b - de colț.

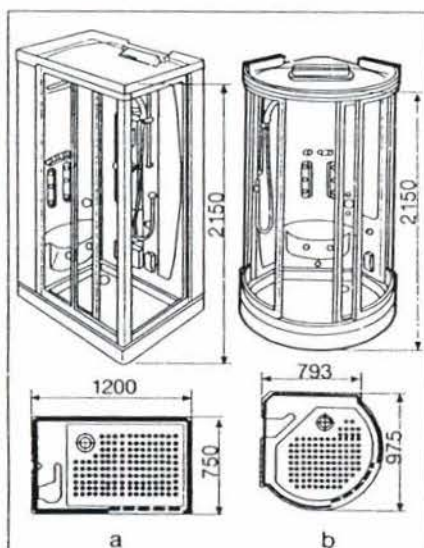


tegratoare, amplasate în exteriorul acestora sau integrate în ele, cu spălare sub presiune, permit evacuarea apei uzate prin conducte cu diametre mici (20 sau 30 mm) în conductele de canalizare. Ansamblul de closet poate fi echipat cu rezervor de apă caldă, duș mobil și generator de aer cald, precum și cu tablou de comandă (fig. 2.4.29). Funcționarea este controlată printr-un microprocesor care permite reglarea temperaturii apei și a aerului, intensitatea și direcția jetului de apă precum și durata de utilizare. Dispozitivul de spălare cu duș perineal este reglabil și în plus, poate fi adaptat la cea mai mare parte a vaselor de closet obișnuite.

Pentru uzul persoanelor în vârstă sau cu handicap fizic, se produc vase de closet cu înălțime variabilă. Înălțimea vasului se poate modifica între 40 și 65 cm, în 6 s., prin acționarea unei manete de comandă plasată lateral rezervorului. Aparatul este acționat de un cric hidraulic și funcționează la presiunea apei din rețea. Cu o presiune de 3 bar, vasul poate ridica o greutate de 180 kg.

Spălarea vaselor de closet se poate face sub presiune sau prin cădere, din rezervoare de apă amplasate la înălțime, la semînălțime sau direct pe vasele de closet. În funcție de feiul dispozitivelor de spălare, consumul de apă pentru o întrebuințare crește cu scăderea înălțimii de montare a rezervoarelor, de la simplu la de două ori și jumătate, iar debitul de apă crește de la 0,1 l/s, cât este debitul pentru încărcarea rezervoarelor la 1,2 l/s corespunzător debitului robinetelor de spălare sub presiune. Au fost realizate (în cadrul INCERC-București) noi soluții de rezervoare cu acționare prin buton și cu golire directă, precum și rezervoare cu două debite de spălare, ceea ce conduce la reducerea apreciabilă a consumului de apă.

Rezervoarele de apă se fabrică din fontă, porțelan sau din mase plastice (fig. 2.4.30 și tab. 2.4.16), ultimele având avantajul că au o greutate mai mică și o rezistență termică mai mare decât cele din fontă, reducându-se, apreciabil,



de vase de closet ca formă, dimensiuni, sisteme de prindere, alimentare cu apă și racordarea la rețeaua de canalizare. Astfel, vasele de closet cu ieșire laterală și cu sistemul de fixare pe perete, permit degajarea pardoselii și deci condiții crescute de curățenie și igienă. (fig. 2.4.28).

Vasele de closet echipate cu dezin-

Tabelul 2.4.16. Rezervoare de spălare pentru closete

Tipul de rezervor	Mărimea	L [mm]	I [mm]	h [mm]	a [mm]	d [mm]	Masa informativă [kg]	Conținutul de apă [l]
Din fontă emailată STAS 2756	I	350	195	200	50	45	10	9
Idem	II	400	215	200	50	45	20	12
Din porțelan montat la mică înălțime	-	530	200	400	55	51	9	18
Idem montat la înălțime	-	480	280	250	55	45	7	9
Din mase plastice	-	350	195	200	50	45	1	9

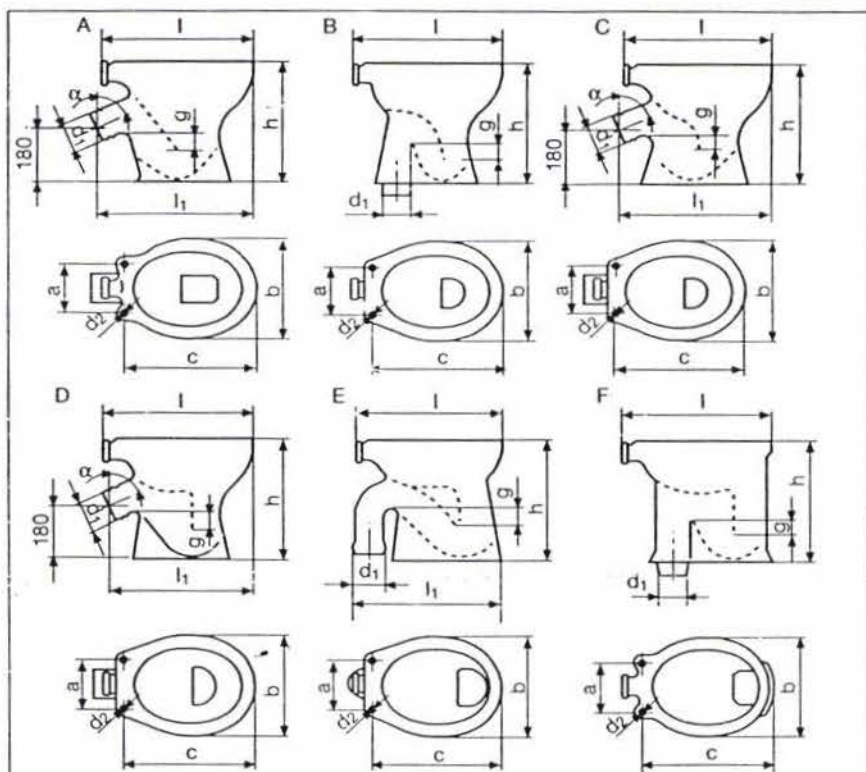


Fig. 2.4.26. Vase de closet pentru adulți:

A - cu pâlnie și evacuarea laterală (C.P.L.); B - cu plan înclinat și evacuarea verticală (C.I.V.); C - cu plan înclinat și evacuare laterală (C.I.L.); D - cu oglindă și evacuare laterală (C.O.L.); E - cu oglindă și evacuarea verticală exterioară (C.O.V.E.); F - cu oglindă și evacuare verticală interioară (C.O.V.I.).

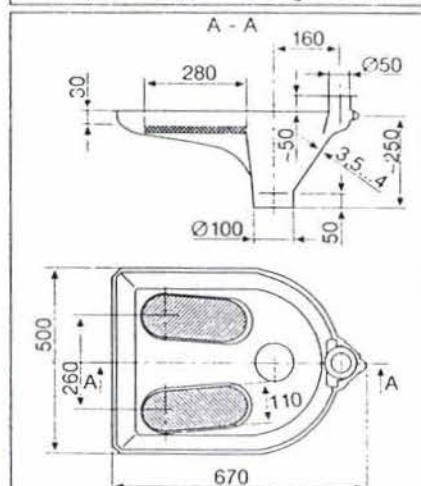


Fig. 2.4.27. Vas pentru closet cu tălpi.

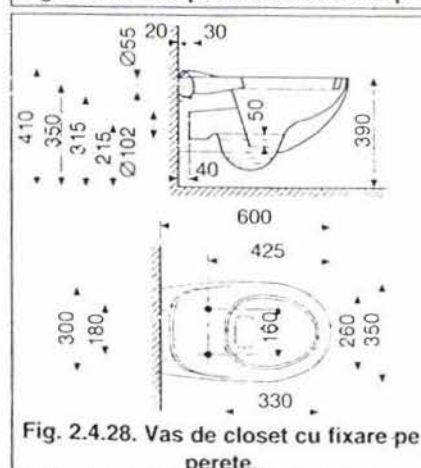


Fig. 2.4.28. Vas de closet cu fixare pe perete.

condensatul pe suprafata lor exterioară.

Rezervoarele de spălare, amplasate la înălțime sau la semiînălțime, se racordează la vasele de closet printr-o țevă de spălare cu diametrul de 1 1/4" din material plastic, oțel inoxidabil sau plumb, legată la vas prin intermediul unei manșete din cauciuc, în formă de pâlnie.

Alimentarea cu apă a rezervoarelor de spălare se realizează prin intermediul unor robinete cu plutitor (flotor), racordate la instalația de distribuție prin legături fixe sau elastice.

- *Bideuri*

Sunt folosite pentru igiena intimă.

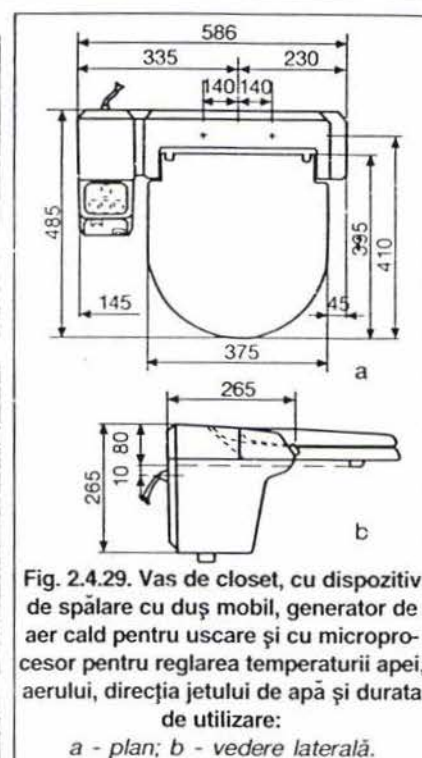


Fig. 2.4.29. Vas de closet, cu dispozitiv de spălare cu duș mobil, generator de aer cald pentru uscare și cu microprocesor pentru reglarea temperaturii apei, aerului, direcția jetului de apă și durata de utilizare:

a - plan; b - vedere laterală

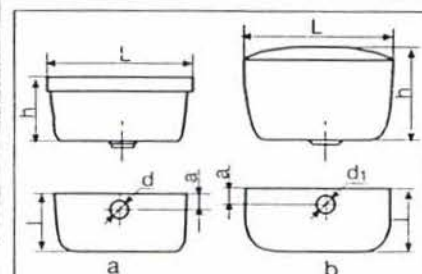


Fig. 2.4.30. Rezervoare de closet:

a - din fontă; b - din porțelan sanitar.

Se pot amplasa în camerele de baie din clădiri de locuit și hoteiuri, precum și în camerele de igienă din clădiri în care lucrează un număr mare de femei.

Bideurile se fabrică din porțelan sanitar. În țară, se produc două tipuri (STAS 2422): obișnuit, fără duș (fig. 2.4.31a) sau cu orificiu pentru duș ascendent (fig. 2.4.31b). Bideurile sunt prevăzute cu două robinete, pentru apă

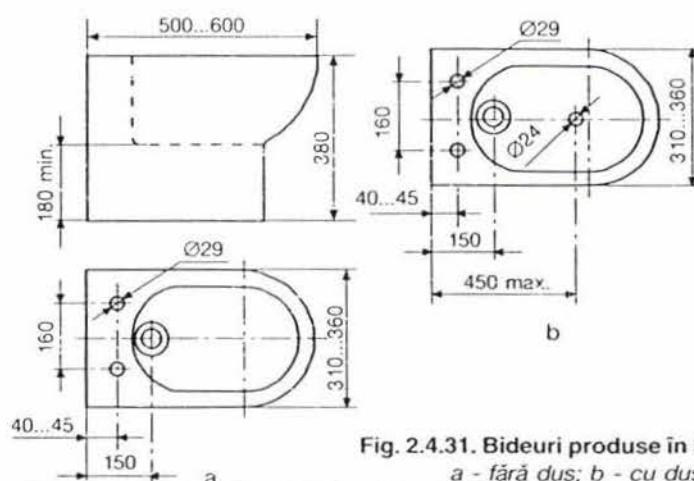


Fig. 2.4.31. Bideuri produse în România:
a - fără dus; b - cu dus.

a - fără duș; b - cu duș.

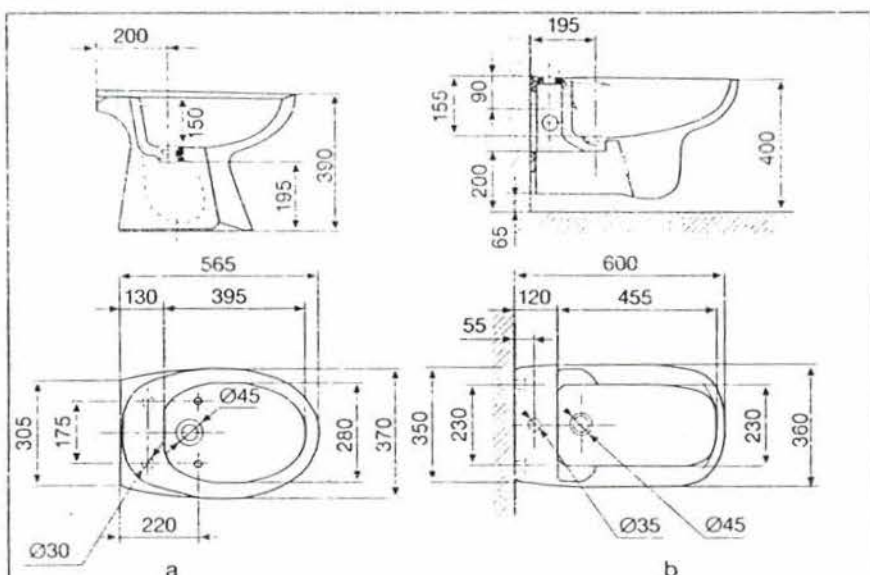


Fig. 2.4.32. Bideuri produse în străinătate:

a - bideu oval, cu picior; b - bideu rectangular, suspendat, cu fixare pe perete.

caldă și rece, sau cu baterie amestecătoare de apă rece cu apă caldă.

În străinătate se produce o mare diversitate de bideuri ca forme, dimensiuni, culori, sisteme de fixare, de alimentare cu apă și de racordare la canalizare. Constructiv se deosebesc bideuri cu picior (fig. 2.4.32a) care se montează prin fixare direct pe pardoseală sau pe platforme escamotabile de mobilier și bideuri suspendate (fig. 2.4.32b) care se

fixează prin buloane pe pereții portanți sau pe batiuri încastate.

• Pisoare

Se utilizează în grupurile sanitare din clădiri social-culturale, administrative și industriale, precum și în closetele publice.

Pisoarele se execută din porțelan sanitar sau fontă emailată, într-o gamă largă de tip-dimensiuni. Pisoarele din porțelan sanitar produse în țară au forma și dimensiunile redată în figura

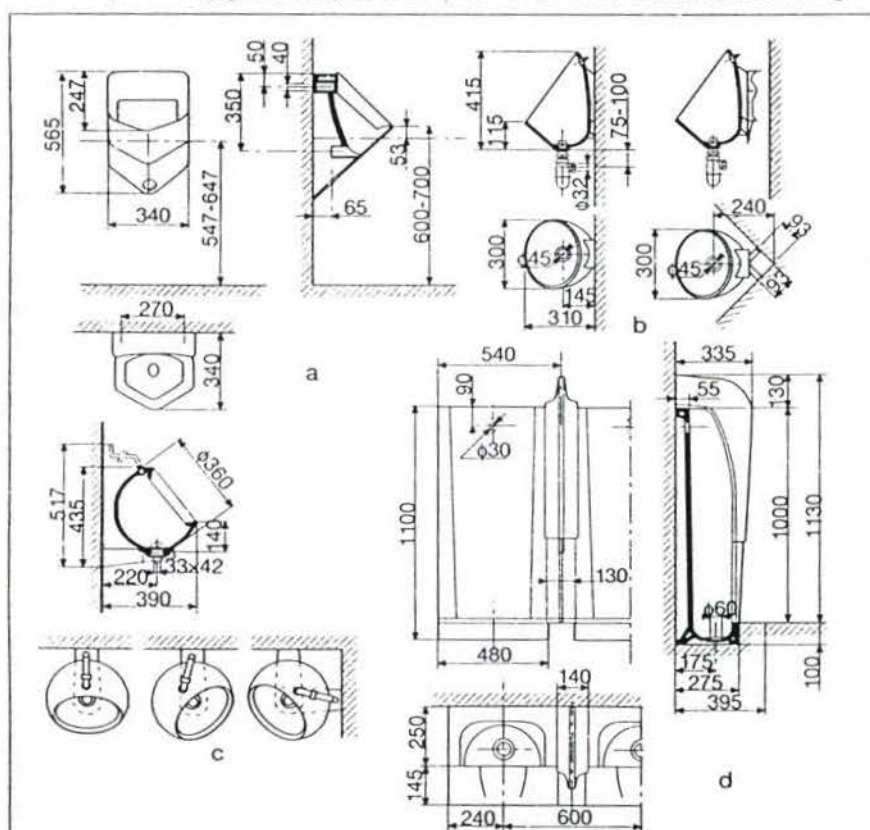


Fig. 2.4.34. Pisoare produse în străinătate:

a - rectangulare, cu fixare pe perete; b - ovale, cu fixare pe perete sau în colțul încăperii; c - ovale, basculante; d - celulare, tip stal.

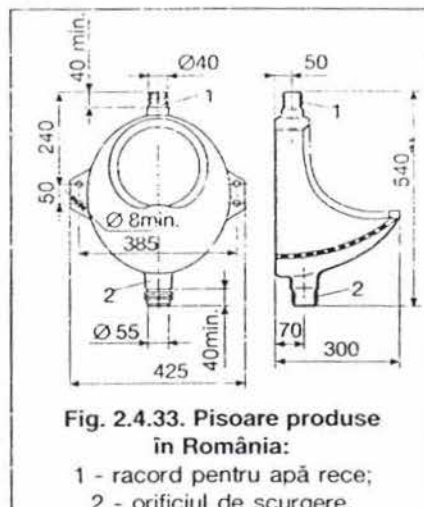


Fig. 2.4.33. Pisoare produse în România:

1 - racord pentru apă rece; 2 - orificiul de scurgere.

2.4.33. În străinătate se produc diferite tipuri de pisoare (fig. 2.4.34) de formă rectangulară, ovală (tip scoică), celulare (tip stal), pentru montare pe perete, în colțul încăperii sau, cele de tip stal, prin rezemare directă pe pardoseală.

Pisoarele sunt prevăzute cu orificii pentru alimentare cu apă rece și respectiv, pentru golire. Spălarea se realizează continuu sau intermitent prin intermediul unor robinete speciale de reglare sau acționare, pentru pisoare, respectiv prin intermediul unor sisteme electronice integrate, cu comandă automată prin fotocelule.

Evacuarea se face prin partea inferioară, gravitațional sau prin efect aspirant, prin sifonare.

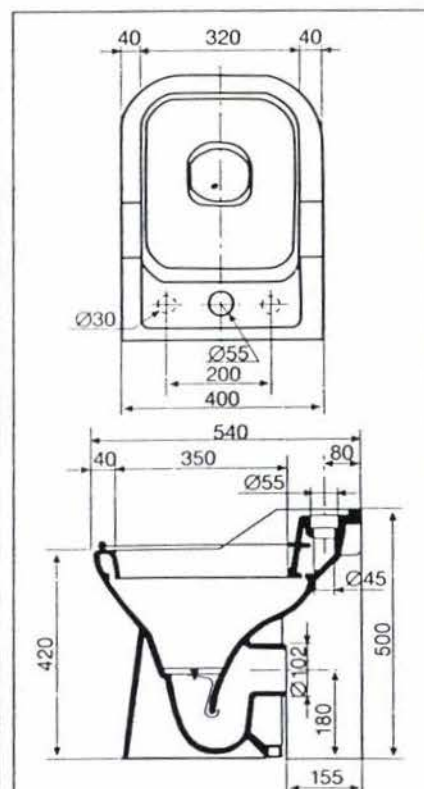


Fig. 2.4.35. Vidoare cu picior, pentru spitale.

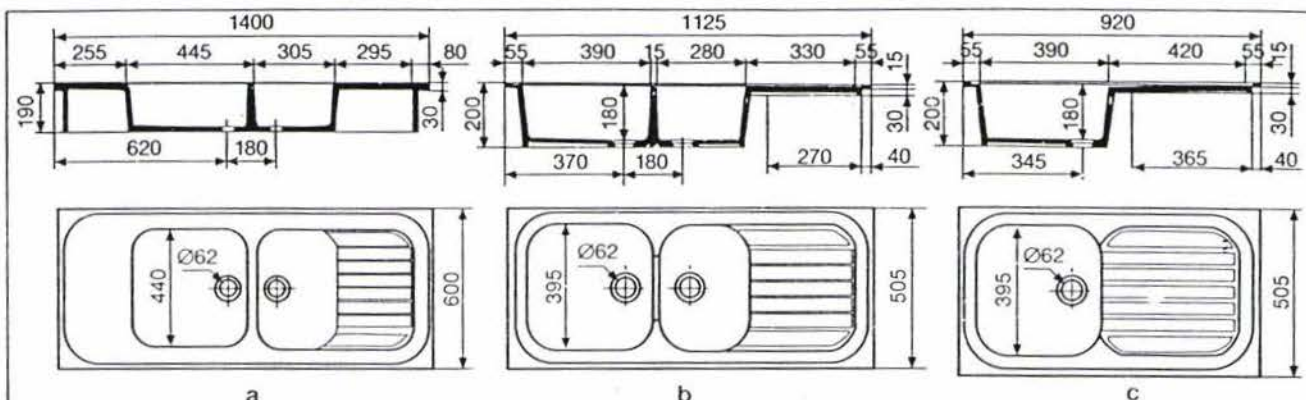


Fig. 2.4.37. Diferite tipuri de spălătoare de bucătărie, produse în străinătate:

a - dublu, cu două cuve inegale, cu platformă de lucru și suport pentru vase; b - dublu, cu suport pentru vase; c - simplu, cu suport pentru vase.

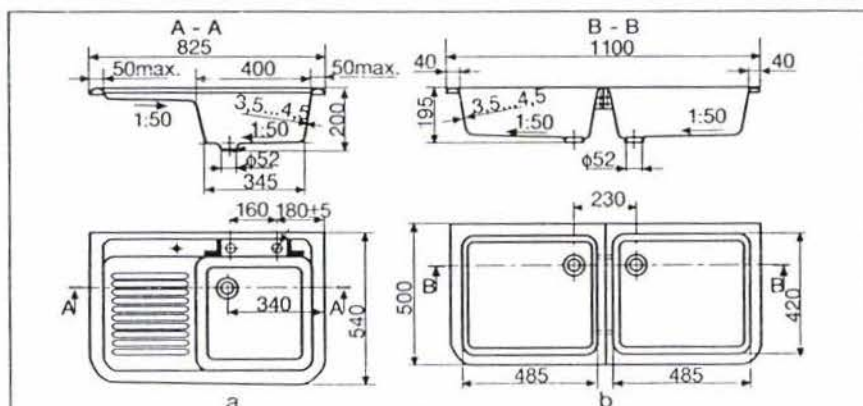


Fig. 2.4.36. Spălătoare pentru vase, produse în România:

a - spălător cu platformă (picurător); b - spălător dublu.

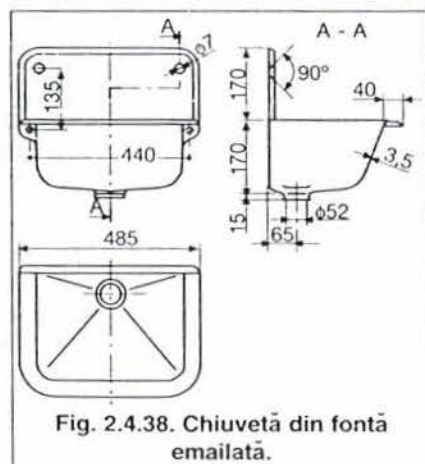


Fig. 2.4.38. Chiuvetă din fontă emailată.

• Vidoare

Sunt obiecte sanitare specializate (fig. 2.4.35), utilizate în unități spitalicești pentru golirea și spălarea vaselor utilizate pentru igiena bolnavilor imobilizați (ploști). Se execută din porțelan sanitar, în variante cu picior sau suspendat, și sunt pre-

văzute cu grătar mobil, suport, cu tamponare amortizoare și cu un grătar de fund înaintea sifonului, din oțel inoxidabil. Evacuarea se face la fel ca la vasele de closet, prin intermediul unor sifoane cu gardă hidraulică, înglobate, cu ieșirea laterală sau verticală. Pentru curățire sunt echipate cu robinete de spălare.

• Spălătoare de bucătărie

Se utilizează pentru spălarea vaselor și a produselor alimentare.

Se realizează sub forma unor cuve adânci, cu unul sau cu mai multe compartimente, cu sau fără platformă de lucru, cu suport pentru vase și bordură perimetrală.

Se execută din fontă sau tablă emailată, tablă din oțel inoxidabil, porțelan sanitar sau materiale compozite, de tipul varicor, corian, antium, silacril etc.

Formele și dimensiunile spălătoarelor de bucătărie produse în țară sunt prezentate în figura 2.4.36. Firmele străine produc o gamă largă de tipuri

de spălătoare, designul și dimensiunile lor satisfacând orice exigențe; în figura 2.4.37 se prezintă câteva tipuri executate, în general, cu tablă din inox.

La spălătoarele cu suport sunt prevăzute orificii pentru montarea bateriilor amestecătoare sau a două robinete pentru apă rece și caldă. La celelalte spălătoare armăturile pentru alimentare cu apă se montează pe elementele de construcții.

Toate tipurile de spălătoare au

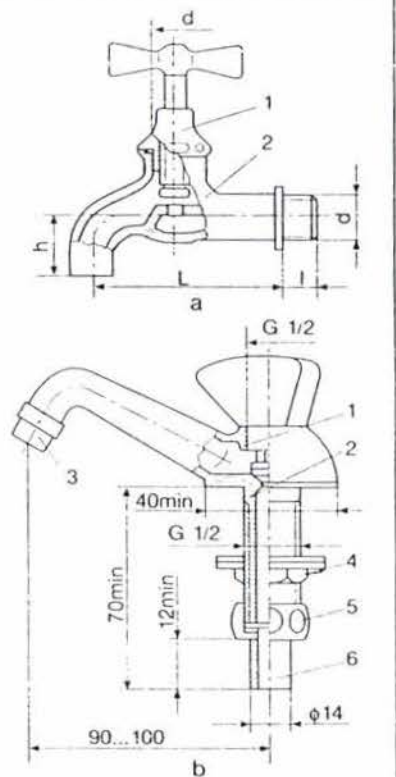


Fig. 2.4.39. Robinet de serviciu simplu: a - tip I, ptr. montare la perete, cu curgere fixă cu jet liber; b - tip II, pentru montare pe obiecte sanitare, cu curgere fixă, cu jet perlat;

1 - cap de armătură; 2 - corp; 3 - ajutor perlator; 4 - piulă de fixare; 5 - piulă de racordare; 6 - racord.

Tabelul 2.4.17. Robinete de serviciu simplu, tip I (STAS 2581)

Diametrul nominal, D_n [mm]	Filet pentru d [in]	l_{min} [mm]	L [mm]	h [mm]
10	G 3/8	10	70	28
15	G 1/2	12	80	31
20	G 3/4	14	90	35
25	G 1	16	105	40

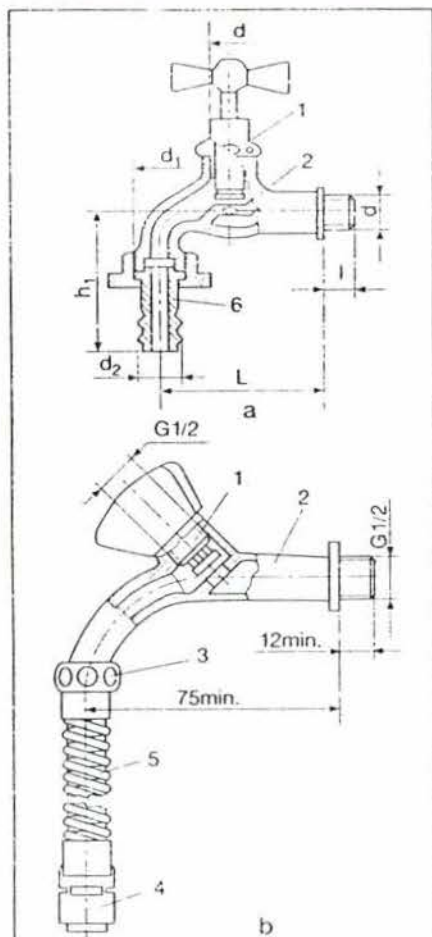


Fig. 2.4.40. Robinet de serviciu dublu: a - tip I, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu racord pentru furtun din cauciuc; b - tip II, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu tub flexibil; 1 - cap de armătură; 2 - corp; 3 - piuliță olandeză; 4 - ajutor perlator; 5 - tub flexibil; 6 - portfurtun.

același diametru al racordului la sifonul de scurgere (52 mm), iar pentru spălătorul cu suport, distanța dintre axele găurilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor este aceeași ca și la lavoare (160 mm).

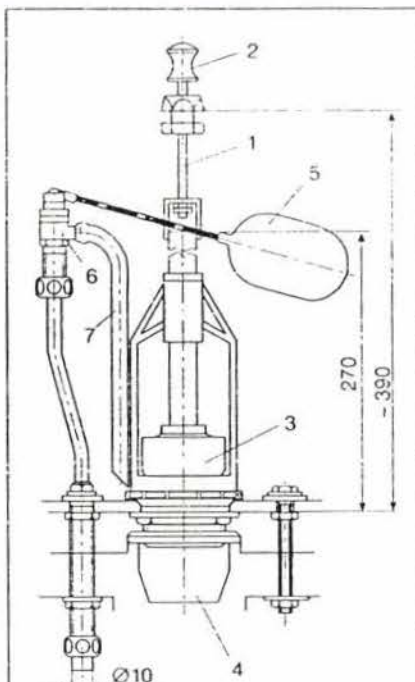


Fig. 2.4.42. Armătură cu preaplin ptr. rezervorul de spălare montat pe closet.

Evacuarea apei după folosință se face printr-un ventil de scurgere, cu sită nichelată la care se racordează, după caz, sifoane simple sau duble.

• Chiuvete

Sunt obiecte sanitare (fig. 2.4.38) care se folosesc în spații tehnice: garaje, ateliere, spălătorii etc.

Se execută din fontă emailată sau gresie ceramică și sunt prevăzute cu ventil cu sită de scurgere, formată la turnare, și cu un ștuț scurt, pentru racordarea la sifon. Pentru a proteja perețele, chiuvetele sunt prevăzute cu placă înaltă, fixă sau detașabilă.

Se realizează în diferite forme: dreptunghiulară, semirotondă, de perete sau de colț, cu dimensiuni variabile în funcție de destinație și de poziția de montare.

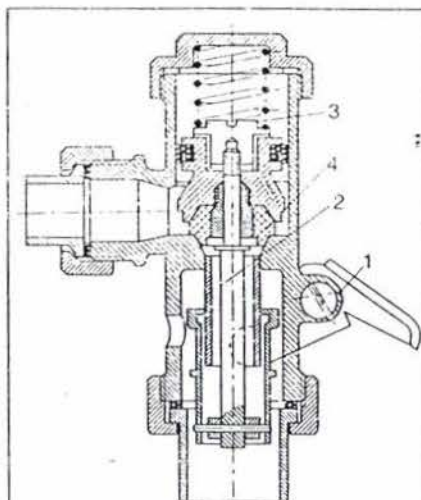


Fig. 2.4.43. Robinet pentru spălarea vasului de closet, cu jet de apă sub presiune.

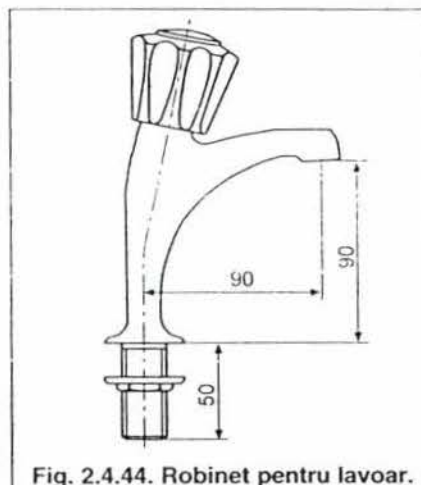


Fig. 2.4.44. Robinet pentru lavoar.

Alimentarea cu apă se face, după necesități, cu apă rece și caldă, prin robinete de serviciu sau baterii amestecătoare.

Chiuvetele din fontă sunt emailate numai pe suprafețele de lucru, respectiv în interiorul cuvei, pe bordura cuvei, pe uscător și pe fața văzută a tăbliei acestora. Celelalte suprafețe sunt acoperite cu un grund de email sau cu vopsea de ulei.

Pentru laboratoare se produc chiuvete din gresie ceramică antiacidă glazurate în interiorul cuvei și pe suprafețele văzute, cu sau fără spătar.

2.4.2.6 Armături pentru alimentarea cu apă a obiectelor sanitare

• Robinete

Sunt armături de serviciu pentru alimentarea obiectelor sanitare cu apă rece. În cazuri speciale când se admite ca amestecul apei să se facă în cuva obiectului sanitar, unele robinete se pot utiliza și pentru apă caldă. Se execută, în general, cu corpul din alamă cromată sau nichelată (mai rar, din mase plastice).

Tipurile uzuale de robinete de serviciu sunt:

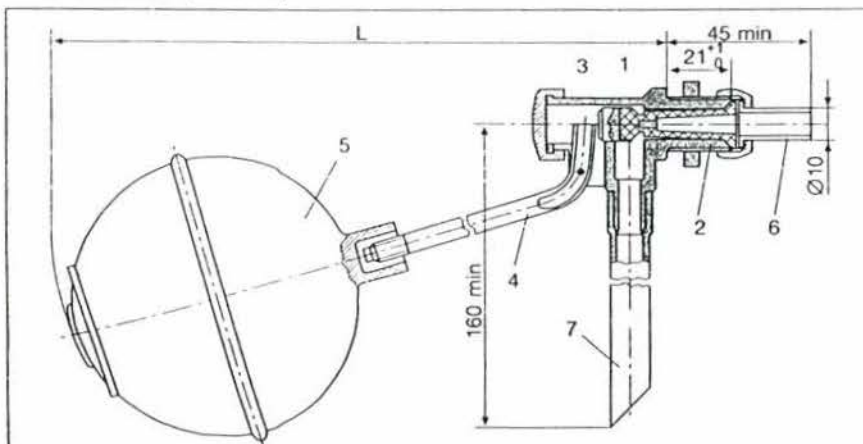


Fig. 2.4.41. Robinet cu ventil acționat cu plutitor:

1 - corpul robinetului; 2 - scaunul ventilului; 3 - ventil; 4 - pârghia plutitorului; 5 - plutitor; 6 - racord; 7 - tub de umplere.

- *robinetul de serviciu simplu*, (fig. 2.4.39), având dimensiunile redată în tabelul 2.4.17, poate fi: pentru montare la perete, cu curgere fixă cu jet liber (fig. 2.4.39a), sau pentru montare pe obiectele sanitare, cu curgere fixă, cu jet periat (fig. 2.4.39b);

- *robinetul de serviciu dublu*, (fig. 2.4.40) cu dimensiunile redată în tabelul 2.4.18, executat în două variante: pentru montare la perete, cu curgere fixă și cu racord pentru furtun de cauciuc (fig. 2.4.40a) și respectiv, cu tub flexibil (fig. 2.4.40b);

- *robinetul cu ventil, acționat cu plutitor* (fig. 2.4.41) pentru rezervoarele de spălare a closetelor. Se fabrică în trei mărimi, cu dimensiunile redată în tabelul 2.4.19. Plutitorul deschide robinetul pe măsură ce rezervorul se golește de apă și închide robinetul când apa din rezervor a atins nivelul pentru care s-a făcut reglarea;

- *armătură cu preaplin pentru rezervorul de spălare montat pe closet* (fig. 2.4.42). Prin ridicarea tijei 1 prevăzută cu mânerul nichelat 2, ventilul 3 se ridică și se deschide orificiul 4 de evacuare a apei din rezervor. În acest timp, plutitorul 5 coboară, deschide robinetul 6 și apa intră în rezervor prin teava 7. La atingerea nivelului maxim al apei în rezervor, plutitorul 5 închide robinetul 6;

- *armături cu supape pentru rezervorul de spălare montat pe closet*: prin apăsarea unui buton basculant, rezervorul poate fi golit total sau parțial, după necesități;

- *robinet pentru spălarea vasului de closet cu jet de apă sub presiune* (fig. 2.4.43), care înlocuiește rezervorul de spălare cu robinetul cu plutitor. Se montează pe un racord scurt la coloana de apă rece sub presiune. Prin apăsarea manetei 1 pistonul 2 presează

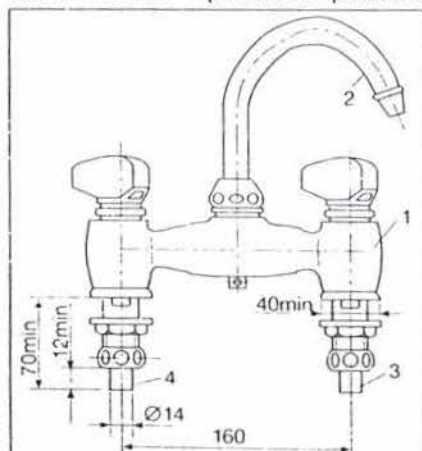


Fig. 2.4.45. Baterie amestecătoare, stativă, pentru lavoar sau spălător: 1 - corpul bateriei; 2 - teavă de curgere a apei; 3 - racord la conducta de apă rece; 4 - racord la conducta de apă caldă.

Tabelul 2.4.18. Robinete de serviciu dublu, tip I (STAS 2581)

Diametrul nominal, D _n [mm]	Filet d [in]	l _{min} [mm]	Filet d ₁ [in]	L [mm]	h ₁ [mm]	d ₂ [mm]
10	G 3/8	10	G 1/2	70	63	11,5
15	G 1/2	12	G 3/4	80	73	14,5
20	G 3/4	14	G 1	90	83	21
25	G 1	16	G 1 1/4	105	95	30

Tabelul 2.4.19. Robinete cu ventil, acționate cu plutitor, Pn 10 bar (STAS 2377)

Mărimea	L [mm]	Tipul de rezervor de spălare
I	340	STAS 2756 (mărime I de rezervor)
II	365	STAS 2756 (mărime II de rezervor)
III	430	STAS 9441

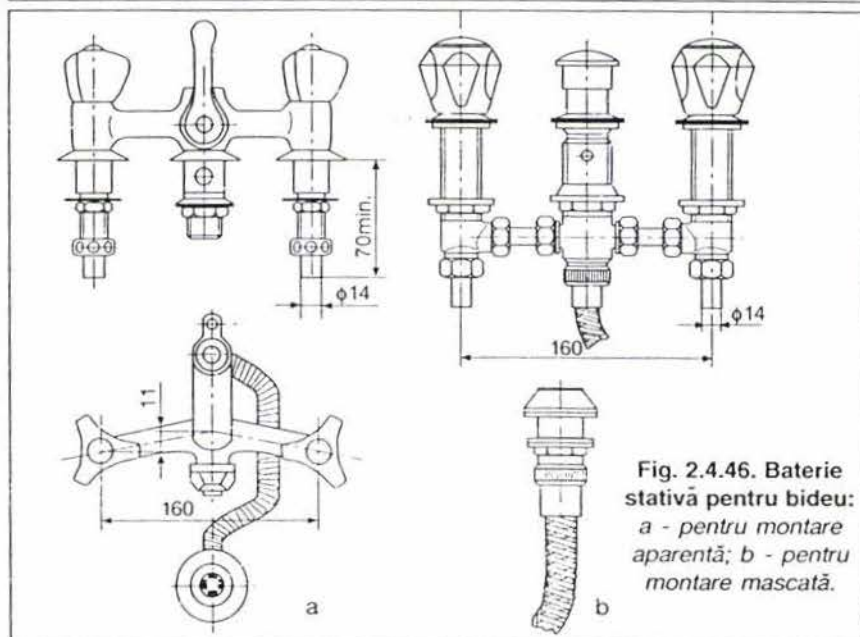


Fig. 2.4.46. Baterie stativă pentru bideu: a - pentru montare aparentă; b - pentru montare mascată.

arcul 3, ventilul 4 se ridică și eliberează secțiunea de trecere a apei reci sub presiune spre rezervorul de closet. La eliberarea manetei 1, arcul 3 se destinde și așează ventilul 4 pe scaunul său închizând admisia apei;

- *robinet pentru pisoar* cu diametrul de 3/8"; este un robinet de colț având tija de acționare mascată cu capac de protecție nichelat;

- *robinet pentru lavoar* (fig. 2.4.44) sau *spălător* cu diametrul de 1/2" poate fi folosit pentru apă rece sau pentru apă caldă de consum. Diferitele tipuri constructive de robinete de lavoar se deosebesc prin forma corpului, a roții (stelei) de manevră, acoperirea metalică (nichelare, cromare etc.);

- *robinet pentru bideu* se execută numai de tipul stativ cu dimensiunea racordului de 1/2";

Tipurile moderne de robinete produse de firmele străine, includ economizoare cu temporizare hidraulică. Durata temporizării este prestabilită în funcție de destinația armăturii și variază, în mică măsură, în funcție de presiunea apei. În mod uzual timpul de curgere este de 7 s pentru spălarea

vaselor de closet și a pisoarelor. Economia de apă realizată variază între 50 și 70 %, față de soluțiile clasice.

Robinete pentru lavoare, dușuri, closete și pisoare cu temporizare electronică sunt armături prevăzute cu ventile electromagnetice, programate electronic și acționate de la distanță prin intermediul unor celule fotoelectrice de detecție cu raze infraroșii, modulate, integrate în corpul armăturii sau amplasate în zona de utilizare a obiectului sanitar respectiv. Dispozitivele de declansare sunt

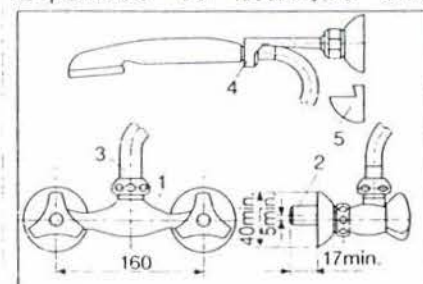


Fig. 2.4.47. Baterie amestecătoare de perete, pentru baie sau duș: 1 - corpul bateriei; 2 - racord excentric; 3 - tub flexibil pentru duș; 4 - suport reglabil pentru duș; 5 - suport fix pentru duș.

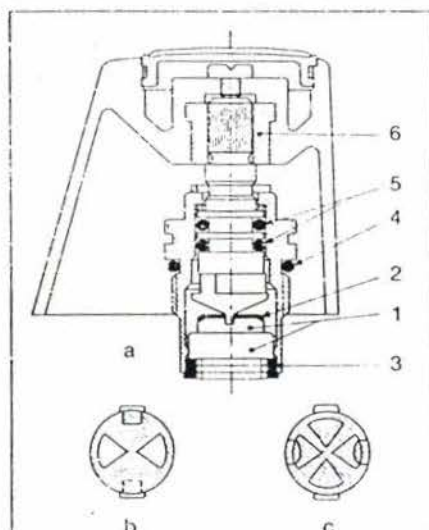


Fig. 2.4.48. Cap de robinet cu discuri ceramice cu deschidere maximă de 1/4 tură cu orificii de tip fluture dispuse în cruce:

a - ansamblu; b - poziția deschisă a discurilor ceramice; c - poziția închisă a discurilor ceramice; 1 - discuri ceramice; 2 - dispozitiv antizgomot; 3 - garnitură de etansare; 4 și 5 - inele de etansare; 6 - cap de antrenare.

insensibile la apă sau la lumina ambientală, naturală sau artificială și determină curgerea apei numai în momentul detecției mișcării în câmpul prestabilit. Închiderea se produce automat după retragerea mâinii sau a corpului din zona activă. Temporizarea este între 3 și 20 s, în funcție de tipul robinetului. Față de armăturile uzuale, se realizează economii cuprinse între 75 și 80 %. Robinetul electronic pentru lavoar, cu celulă fotoelectrică amplasată la extremitatea brațului, dispune de posibilități de reglare a profunzimii câmpului de detecție, prin intermediul unui potențiomtru încorporat în modul, precum și de un sistem electronic antiblocare, care împiedică celula să întrerupă curgerea apei. Robinetul este prevăzut cu aero-economizor și dispune de posibilități de reglare a temperaturii apei pe o plajă între 25 și 60 °C precum și de închidere temporizată cu cicluri funcționale de 3,5 s.

Un alt tip de robinet electronic are racordat un detector fotoelectric, focalizat, care poate capta radiațiile infraroșii într-un câmp de până la 20 cm. Un temporizator limitează durata curgerii la 3 s., după care apa se întrerupe automat. Starea de funcționare a dispozitivului este indicată de o diodă electroluminiscentă.

• Baterii

Sunt armături care permit utilizarea directă a apei cu o anumită temperatură, amestecarea apei reci cu apa caldă realizându-se prin acționarea a două robinete, unul de apă rece și celălalt de

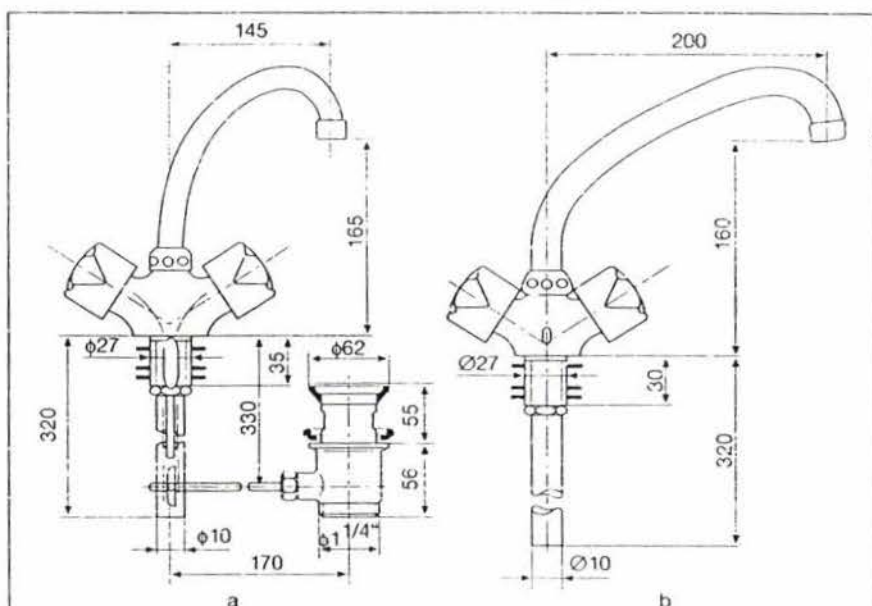


Fig. 2.4.49. Baterie stativă cu un singur orificiu pe obiectul sanitar, pentru montare:

a - pe lavoar, cu dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere; b - pe spălător de bucătărie.

apă caldă, care pot fi acționate manual sau automat.

Bateriile se execută cu corpul din alamă nichelată sau cromată ori din fontă emailată.

Tipurile principale de baterii produse în țară sunt:

- baterii amestecătoare, cu ventil cu garnituri din cauciuc (STAS 8732), pentru presiunea nominală $P_n = 6$ bar și diametrul nominal $D_n = 15$ mm, care pot fi:
 - stativ, pentru lavoar sau spălător de bucătărie (fig. 2.4.45) prevăzute cu țevă de scurgere (pipă) cu sau fără perlator;
 - stativ, pentru bideu (fig. 2.4.46), în două variante: pentru montare aparentă (fig. 2.4.46a) sau mascate în corpul bideului (fig. 2.4.46b);

- pentru montare pe perete, prevăzute cu duș flexibil (fig. 2.4.47) pentru căzi de baie sau cabine de duș; pentru dușuri se pot folosi tipuri similare de baterii prevăzute cu duș fix, drept sau curb. Pentru lavoare și spălătoare, bateriile au țevi de scurgere (pipe), cu sau fără perlator;

• baterii amestecătoare prevăzute cu capete cu discuri ceramice, care permit închiderea/deschiderea progresivă a unor orificii calibrate, practicate în discuri (pastile) din materiale ceramice, suprapuse și acționate în planuri paralele prin rotire. Etansarea se realizează prin efectul pelicular, ca urmare a aderenței suprafețelor în contact, datorită gradului înalt de prelucrare.

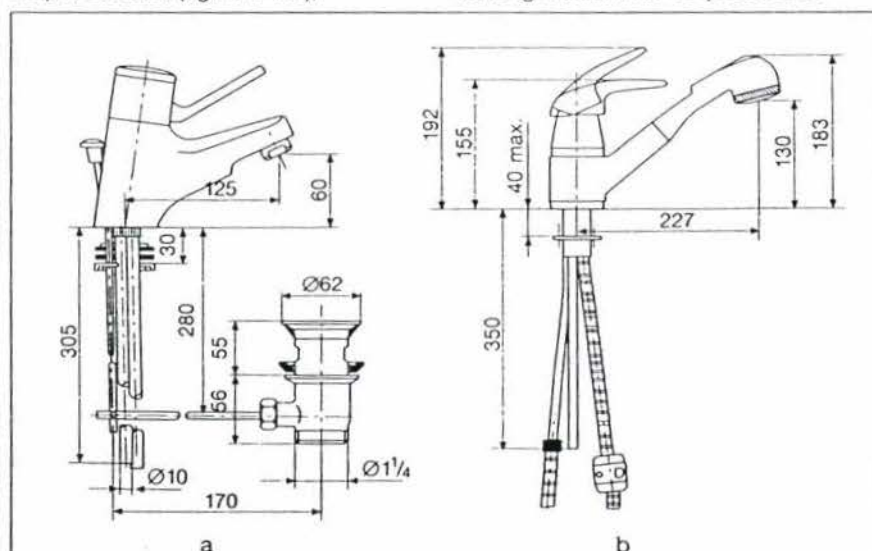


Fig. 2.4.50. Baterii stativă cu monocomandă cu un singur orificiu pe obiectul sanitar:

a - pentru lavoare sau bideuri; b - pentru spălătoare de bucătărie.

Principalele avantaje ale capetelor de armături cu plăcuțe ceramice sunt:

- fiabilitate mare conferită de rezistența ridicată a plăcuțelor ceramice;
- reducerea pierderilor de apă prin etanșeitatea deosebită datorită efectului pelicular între plăcuțele ceramice;
- precizia reglării obținută ca urmare a menținerii pozițiilor relative ale orificiilor de curgere;
- maniabilitate ridicată datorită cursei active reduse de 1/4, 1/2, 3/4 tură, precum și a repetitivității pozițiilor;
- configurații ergonomice ale organelor de acționare.

În figura 2.4.48 se prezintă un exemplu de cap de robinet prevăzut cu două discuri ceramice cu deschiderea de maximum 1/4 tură, cu orificiile de tip fluture, dispuse în cruce. În poziția complet deschis, la 1/4 tură, orificiile sunt în coincidență totală, oferind secțiunea maximă de deschidere. Debitul armăturii variază în funcție de gradul de deschidere și, respectiv, de rezistența hidraulică corespunzătoare acesteia. Aceste tipuri de capete cu discuri ceramice groase pot fi adoptate la toate capetele de armături, debitul variind între 0,17 și 0,87 l/s la deschideri între 30 și 85°.

Firmele străine, specializate, au realizat o mare diversitate de baterii

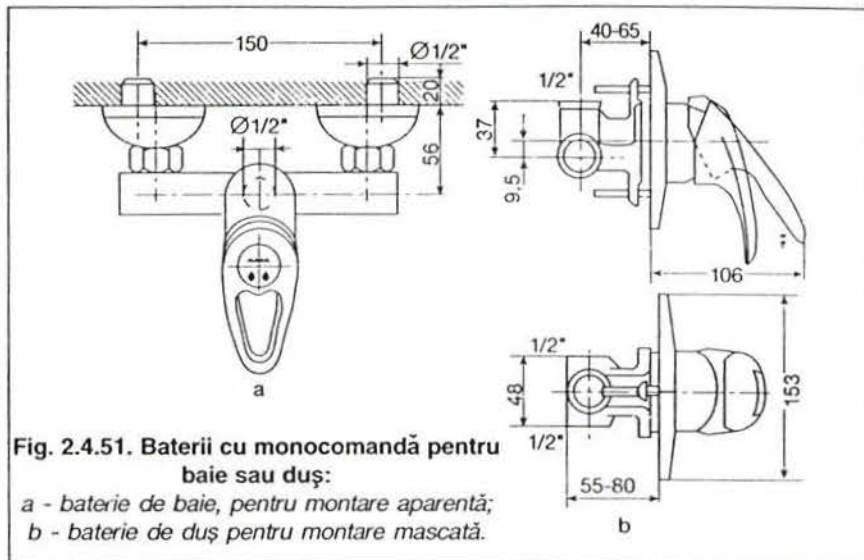


Fig. 2.4.51. Baterii cu monocomandă pentru baie sau duș:

a - baterie de baie, pentru montare aparentă;
b - baterie de duș pentru montare mascată.

amestecătoare, cu un aspect estetic și o fiabilitate deosebită, diferențiate între ele prin diferite elemente constructive și funcționale. Astfel, unele baterii sunt echipate cu mecanisme antiuzură tip "Protector", constituite dintr-un limitator de cuplu, montat în interiorul dispozitivului de manevră al robinetului, care limitează la o anumită valoare presiunea exercitată asupra dispozitivului de închidere, reducând uzura prin frecare.

Bateriile statice pentru lavoare (fig. 2.4.49a) sau spălătoare (fig. 2.4.49b)

pot necesita pentru montare un singur orificiu pe obiectul sanitar, iar cele pentru lavoar (fig. 2.4.49a) pot avea și dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere a lavoarului.

Bateriile amestecătoare cu monocomandă, permit reglarea debitului și a temperaturii printr-un organ unic de comandă cu posibilități de acționare pe două direcții (orizontală și verticală).

În corpul bateriei sunt prevăzute clapete de reținere anti-retur care împiedică intercomunicarea circuitelor de

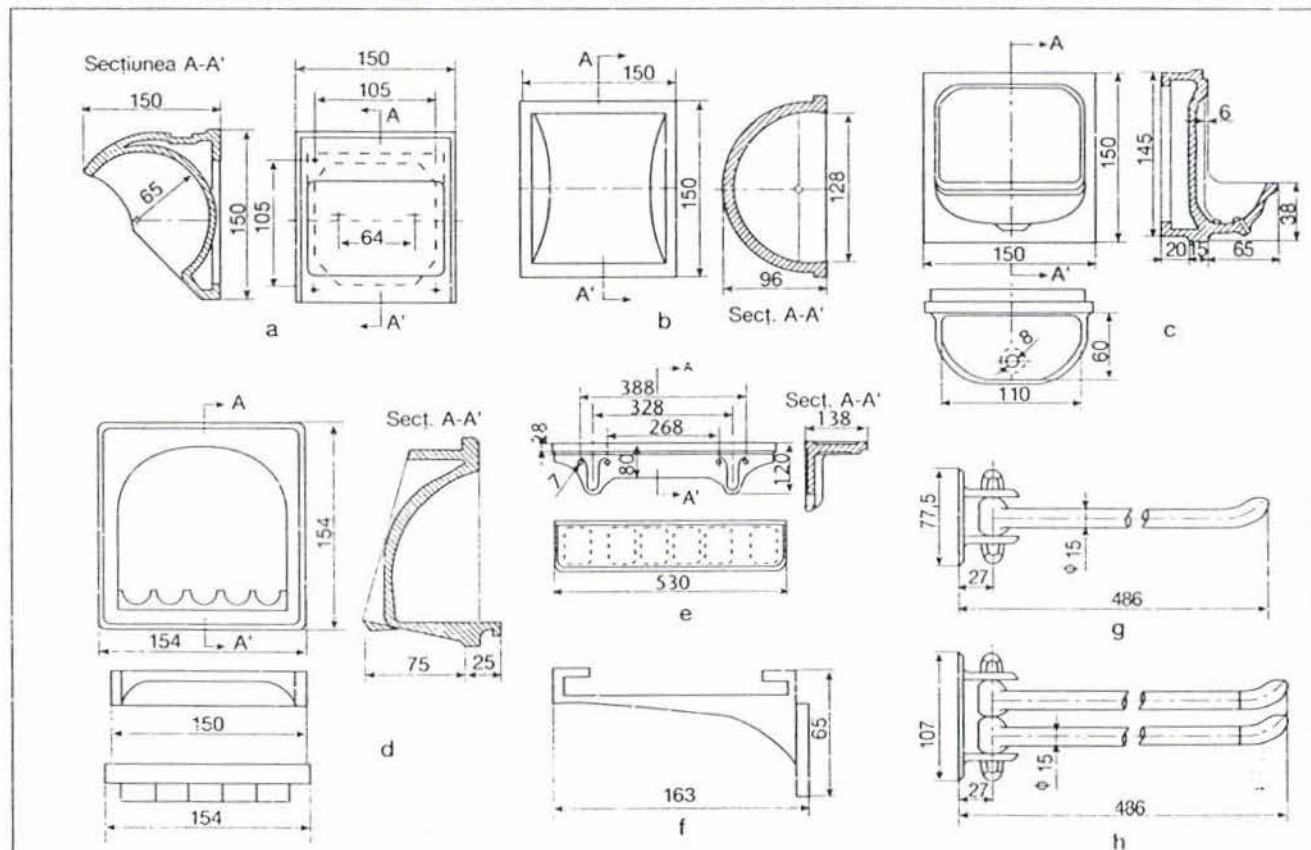


Fig. 2.4.52. Accesorii pentru camere de baie:

a - porthârtie din faianță sau porțelan sanitar, de montat aparent pe perete; b - idem, de montat îngropat în perete; c - săpunieră din faianță sau porțelan sanitar de montat aparent pe perete; d - idem, de montat îngropat în perete; e - etajeră din porțelan sanitar; f - consolă din alamă nichelată pentru etajeră; g - portprosop din alamă, cu un brat; h - idem, cu două brate.

apă caldă și apă rece. Unele modele sunt prevăzute opțional și cu dispozitive termostatare pentru limitarea temperaturii maxime a apei calde. Elementul termostatic este compus dintr-un simplu cartus intersanjabil, prevăzut cu două filtre și cu clapete anti-retur. Bateriile termostatare evită riscul de opărire. Unele tipuri de baterii sunt prevăzute cu dus mobil.

Bateriile stative, cu monocomandă, pentru lavoare necesită pentru montare un singur orificiu pe obiectul sanitar, putând fi prevăzute și cu dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere a obiectului sanitar (fig. 2.4.50a) iar cele pentru spălătoare (fig. 2.4.50b) au țeava de scurgere fixă sau reglabilă.

Bateriile cu monocomandă pentru baie sau dus, pot fi montate aparent (fig. 2.4.51a) sau mascat (fig. 2.4.51b). Bateriile pentru baie sunt prevăzute cu manetă sau buton de inversare a curgerii apei la duș sau în cadă (fig. 2.4.51a), cele pentru dus nu au inversor de curgere (fig. 2.4.51b).

Bateriile pentru dusuri, având termostate integrate și selectoare de jet, permit obținerea instantanee a jetului ploaie sau jetului de hidromasaj precum și reglarea formei și intensității jetului, prin rotirea difuzorului în diferite poziții.

2.4.2.7 Accesorii pentru obiecte sanitare

Accesorii completează dotarea tehnico-sanitară a spațiilor de utilizare a apei, îndeplinind funcțiuni auxiliare și contribuind la sporirea gradului de confort.

Din categoria accesoriilor de uz curent fac parte: console, etajere, săpuniere, port-prosoape, portpahare, oglinzi, cuiere etc.

Diversitatea obiectelor sanitare, determinată de tip, modele, materiale și dimensiuni, a generat o gamă la fel de largă de accesorii, pentru a permite realiza-

rea celor mai potrivite combinații estetice.

Materialele folosite pentru realizarea accesoriilor sanitare sunt dintre cele mai diferite: cristal, sticlă, porțelan sanitar, inox, lemn, materiale plastice sau compozite.

În figura 2.4.52 sunt prezentate câteva tipuri de accesorii.

2.4.3. Stabilirea tipurilor, determinarea numărului obiectelor sanitare și amplasarea lor în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme

Dotarea tehnică a clădirilor, cu obiecte sanitare, armături și accesorii, se face în funcție de destinațiile, caracteristicile și gradul de confort al clădirilor, precum și de cerințele investitorilor.

2.4.3.1 Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare

• Clădiri de locuit

Dotarea minimă cu obiecte sanitare (conform STAS 1478) cuprinde:

- în camere de baie: lavoar, closet, cadă de baie sau duș și receptor sifonat pentru colectarea apei de pe pardoseală;

- în bucătării: spălător de vase cu cuvă și platformă (picurător).

În blocurile de locuințe noi (conform Legii nr. 114/1996), pe lângă dotarea minimă cu obiecte sanitare, se prevede numărul de camere de baie sau grupuri sanitare pentru apartamente, în funcție de numărul de camere și a suprafeței locuibile:

- la apartamentele, cu 1 cameră, cu suprafața locuibilă utilă minimă, de 37 m² și la apartamentele, cu 2 camere, cu suprafața locuibilă utilă minimă de 52 m², se prevede 1 cameră de baie (dotată cu obiecte sanitare ca mai sus);

- la apartamentele, cu 3 camere cu suprafața locuibilă utilă minimă de 66 m² se prevede 1 cameră de baie și 1 grup

sanitar suplimentar, dotat cu closet și lavoar mic;

- la apartamentele, cu 4 camere cu suprafața locuibilă minimă de 74 m² se prevede 1 cameră de baie și 1 grup sanitar suplimentar dotat cu dus, lavoar mic, closet și cu sifon de pardoseală;

- la apartamentele, cu 5 camere, cu suprafața locuibilă minimă de 87 m² se prevăd 2 camere de baie;

- în bucătăriile pentru apartamente, indiferent de numărul de camere, se prevede dotarea cu 1 spălător cu cuvă și picurător.

Se recomandă prevederea în camera de baie sau în grupul sanitar suplimentar a racordurilor de apă rece, apă caldă și canalizare pentru mașina de spălat rufe, iar în bucătărie a racordurilor pentru apă rece, apă caldă și canalizare pentru mașina de spălat vase.

Camerele de baie și grupurile sanitare suplimentare se dotează cu următoarele accesorii: etajeră, oglindă, port-prosop, portsăpun, porthârtie și cuier.

Se recomandă dotarea clădirilor de locuit cu 1 chiuvetă cu robinet dublu servici, amplasată în camerele de colectare a gunoierului, pentru asigurarea condițiilor de igienă și curățenie în aceste încăperi și în spațiile comune de circulație, cu condiția să nu existe pericolul de îngheț pentru instalațiile de alimentare cu apă.

• Clădiri administrative și social-culturale.

Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare pentru clădirile administrative și social-culturale se face în funcție de destinațiile clădirilor, gradul de confort al acestora și de numărul de persoane care le folosesc, conform tabelului 2.4.20, anexa 2.4.1 în care s-a notat: b-numărul bărbaților; f-numărul femeilor.

Pentru clădiri ce nu pot fi asimilate cu cele din tabelul 2.4.20 determinarea

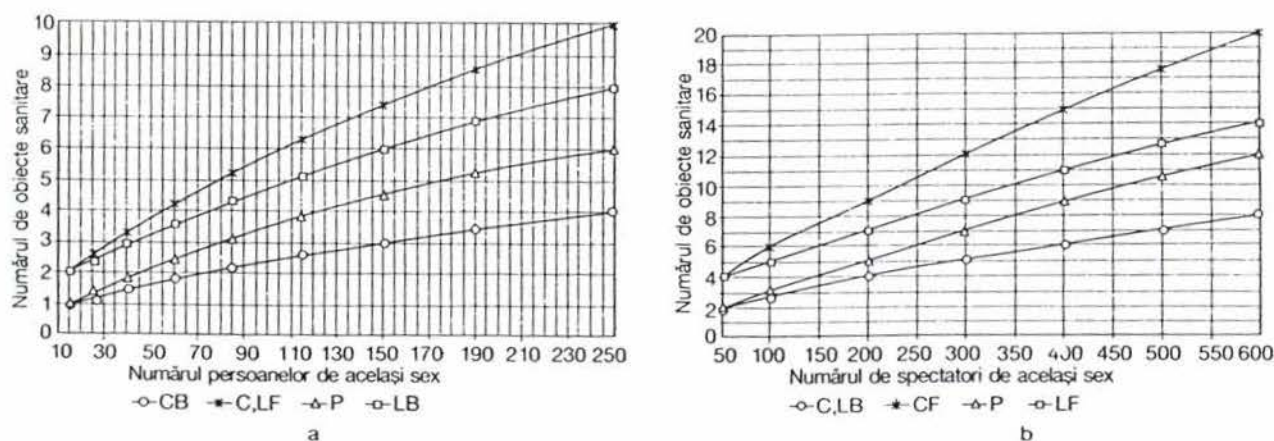


Fig. 2.4.53. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:

a - la birouri; b - pentru spectatori, la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole;

CB - closete pentru bărbați; C, L, F - closete și lavoare pentru femei; P - pisoare; LB - lavoare pentru bărbați; C, LB - closete și lavoare pentru bărbați; CF - closete pentru femei; LF - lavoare pentru femei.

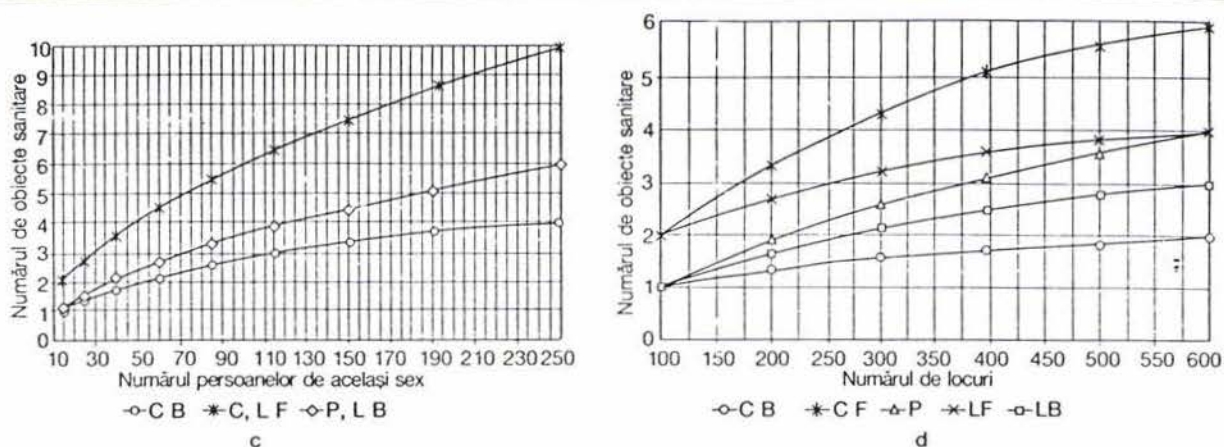


Fig. 2.4.53. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
 c - pentru artiști la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole; d - la cinematografe;
 CB - closete pentru bărbați; C, LF - closete și lavoare pentru femei; P, LB - pisoare și lavoare pentru bărbați; CF - closete pentru femei; P - pisoare; LF - lavoare pentru femei; LB - lavoare pentru bărbați.

tipurilor, numărului și repartitiei pe sexe a obiectelor sanitare se face pe baza datelor din tema de proiectare.

În clădiri administrative și social-culturale se prevăd grupuri sanitare separate pe sexe; în clădiri în care lucrează maximum 10 persoane se prevede un singur grup sanitar, comun pentru bărbați și femei, prevăzut cu 1 lavoar, 1 closet și 1 duș (pentru duș trebuie să se țină seama de prevederile din tabelul 2.4.20).

În cazurile în care grupurile de dușuri sunt amplasate separat de closete, se prevede în plus câte 1 closet la fiecare 10 dușuri, iar în cazul în care grupurile de closete sunt montate separat de grupurile de lavoare se prevede suplimentar câte 1 lavoar pentru fiecare 10 closete, dar minimum 1 lavoar.

La fiecare nivel se prevede 1 chiuvetă care se amplasează, de preferință, în grupul sanitar pentru femei, sau într-o încăpere destinată materialului gospodăresc. În camerele de colectare a gunoierului se prevede 1 chiuvetă cu robinet dublu serviciu cu condiția să nu

existe pericolul de îngheț pentru instalațiile de alimentare cu apă.

Amplasarea grupurilor sanitare și a punctelor de consum al apei se face astfel încât să fie asigurate accesul și folosirea lor ușoară, distanța maximă de parcurs fiind de 50 m, fără a depăși 3 m pe verticală. De regulă, grupurile sanitare se amplasează la fiecare nivel al clădirii; pentru clădiri administrative se admite amplasarea grupurilor sanitare între două niveluri.

Pe lângă obiectele sanitare prevăzute în tabelul 2.4.20, în funcție de specificul clădirilor, se țin seama de prevederile și dotările suplimentare, care se prezintă în continuare.

Clădirile de birouri. Grupurile sanitare se prevăd numai cu closete, pisoare și lavoare. Pentru institutele de proiectare se prevede, la fiecare atelier, câte 1 lavoar, iar, pe lângă atelierele de editie, legătorie și copiere se prevede și câte 1 duș.

În figura 2.4.53a, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și fe-

lului obiectelor sanitare la birouri.

Săli de spectacole și teatre. În fiecare cabină de actori se prevede câte 1 lavoar, iar în cabinile de actori cu un grad ridicat de confort se prevede câte un grup sanitar prevăzut cu closet, lavoar și duș.

Pentru sălile de repetiție se prevăd grupuri sanitare la care numărul de obiecte sanitare se stabilește în funcție de capacitatea sălilor respective.

Dușurile pentru actori se prevăd cu cabine individuale în care se face și dezbrăcarea, considerând 1 duș pentru 8 persoane. Pentru sălile de repetiție prevăzute cu cabine de duș cu dezbrăcare într-o încăpere comună, se consideră maximum 8 persoane pentru 1 duș.

La bufetele teatrelor se prevăd spații lătoare simple sau duble cu uscător și chiuvetă pentru curățire, alimentate cu apă rece și caldă.

În figura 2.4.53b, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului de obiecte sanitare în funcție de numărul de spectatori de același sex, pentru teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole.

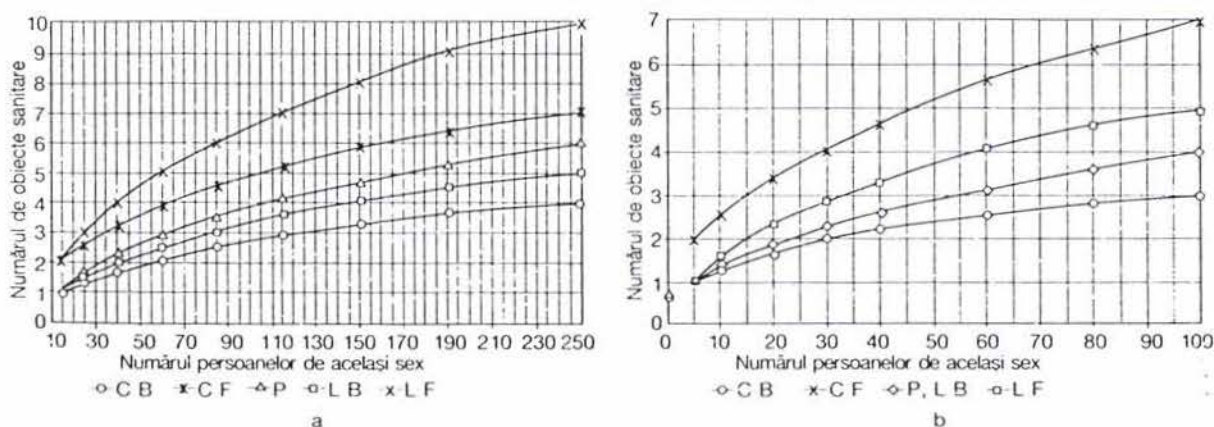


Fig. 2.4.54. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
 a - pentru consumatori la restaurante și cantine; b - pentru personal la restaurante și cantine;
 CB - closete pentru bărbați; CF - closete pentru femei; P - pisoare; LB - lavoare pentru bărbați; CF - lavoare pentru femei; P, LB - pisoare și lavoare pentru bărbați.

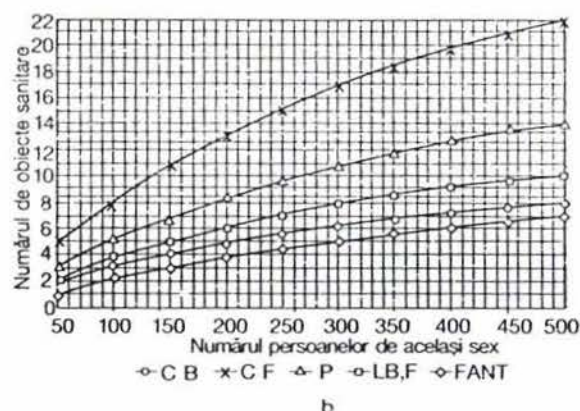
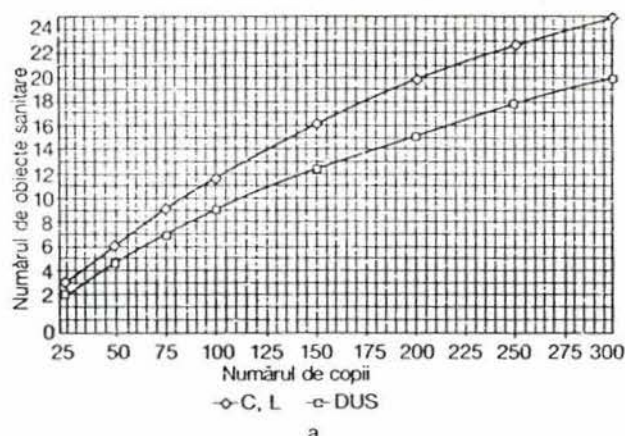


Fig. 2.4.55. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la:
a - grădinițe, în funcție de numărul de copii; *b* - clădiri de învățământ superior și școli;
 C, L - closete și lavoare; DUS - dușuri; CB - closete ptr. bărbați; CF - closete ptr. femei; P - pisoare;
 LB, F - lavoare ptr. bărbați și pentru femei, FANT - fântâni ptr. băut apă.

În figura 2.4.53c, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare pentru artiști la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole.

Cinematografe. La cele cu 2 sau mai multe niveluri se prevăd grupuri sanitare la fiecare nivel (fig. 2.4.53d).

La bufetele cinematografele se prevede 1 spălător simplu cu uscător și 1 chiuvetă pentru curățenie în cazul în care distanța dintre bufet și chiuvetă amplasată în debara sau grupul sanitar este mai mare de 25 m.

Pentru cabinele de proiecție se prevede un grup sanitar dotat cu lavoare, closet și duș, dacă nu există grup sanitar pe același nivel cu cabina de proiecție sau dacă distanța între cabina de proiecție și grupul sanitar pentru public este mai mare de 15 - 20 m.

Cămine și restaurante. Se prevăd grupuri sanitare pentru personal și pentru consumatori, separate unele de altele.

Grupurile sanitare pentru consumatori se dotează cu lavoare, closete, pisoare și fântâni de băut apă; ele sunt

separate pe sexe și se amplasează astfel încât accesul la ele să se facă din holuri și nu direct din sala de mese.

Pentru personal, grupurile sanitare sunt separate pe sexe (de la mai mult de 5 persoane) și sunt dotate cu lavoare, closete, pisoare și dușuri.

Obiectele sanitare prevăzute în tabelul 2.4.20 sunt specifice grupurilor sanitare pentru personal și pentru consumatori; celelalte obiecte sanitare, necesare în bucătării, grupuri de preparare, laboratoare de cofetărie etc., fac parte din categoria de obiecte sanitare legate de procesele de pregătire și preparare a hranei și se fixează prin tema de proiectare în funcție de mărimea și specificul restaurantului.

Pentru asigurarea condițiilor de igienă este obligatorie prevederea lavoarelor pentru spălat pe mâini în bucătării, laboratoare de cofetărie, distribuție de alimente etc., precum și a robinetelor dublu serviciu la o serie de spălătoare, chiuvete și bazine, pentru a permite racordarea furtunului pentru spălat pardoseala.

În figura 2.4.54a se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la restaurante sau cantine în funcție de numărul de persoane de același sex, iar în figura 2.4.54b, nomograma indică numărul și felul obiectelor sanitare pentru personal.

Cămine, grădinițe și creșe. Caracteristic pentru aceste clădiri este faptul că grupurile sanitare sunt comune pentru copii de ambele sexe.

La cămine și grădinițe se prevăd closete și lavoare, iar căzi de baie numai pentru căminele și grădinițele cu program săptămânal.

Pentru căminele și grădinițele cu program normal sau redus nu se prevăd căzi de baie.

La creșe se prevăd, în grupurile sanitare, vidoare sau, în lipsa acestora, closete care se pot utiliza ca vidoare, precum și chiuvete. Căzile de baie se prevăd la creșe numai dacă au program săptămânal.

În figura 2.4.55a, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare, la grădinițe, în

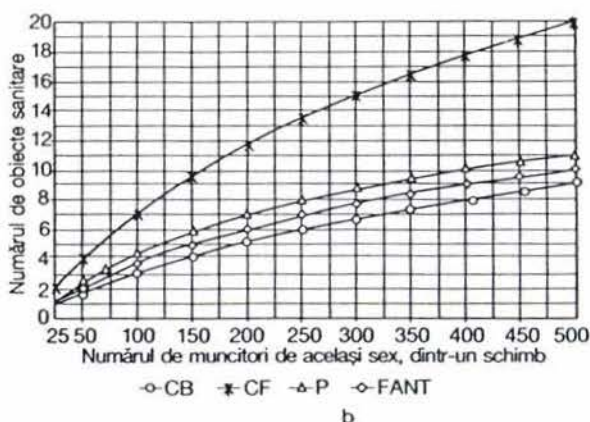
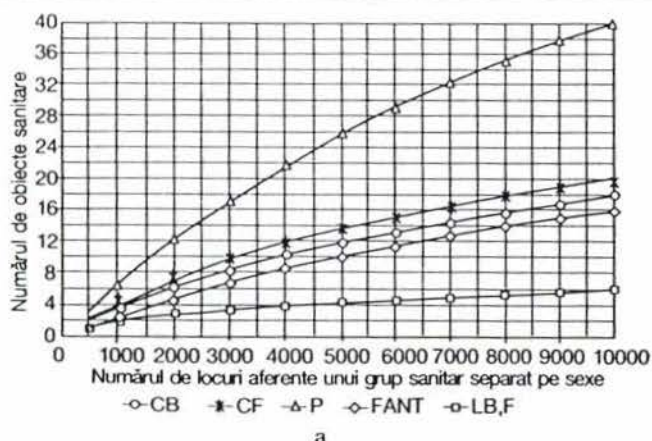


Fig. 2.4.56. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
a - pentru săli și terenuri de sport, stadioane; *b* - la unitățile de producție;

CB - closete ptr. bărbați; CF - closete ptr. femei; P - pisoare; FANT - fântâni ptr. băut apă; LB, F - lavoare ptr. bărbați și femei.

funcție de numărul de copii.

Institute de învățământ, școli. Numărul de obiecte sanitare este valabil pentru elevii și studenții de același sex, de pe același nivel, care utilizează un grup sanitar.

Obiectele sanitare din laboratoare se stabilesc în conformitate cu tema de proiectare și ținând seama de felul experiențelor care se efectuează.

Pentru grupurile sanitare de pe lângă sălile de gimnastică și ateliere este obligatorie alimentarea cu apă caldă, obiectele sanitare prevăzându-se cu baterii de apă caldă și rece.

În figura 2.4.55b se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului

obiectelor sanitare, în funcție de numărul de elevi sau studenți de același sex.

Spitale. Camerele pentru bolnavi se dotează cu obiecte sanitare conform indicațiilor din tema de proiectare cu precizarea că este indicat să se prevadă în fiecare cameră de spitalizare câte 1 lavoar.

Dotarea cu obiecte sanitare a grupurilor sanitare depinde de profilul funcțional al spitalelor. Astfel, pentru o serie de boli este contraindicată baia, iar pentru altele, baia nu poate fi efectuată decât prin introducerea bolnavului cu ajutorul unor cărucioare speciale.

Oficiile de distribuie a mâncării sau pentru alte servicii legate de alimentație, se dotează cu câte 1 spălător du-

blu cu uscător.

Băi publice. Numărul căzilor de baie și al dușurilor, precum și repartitia pe sexe se fixează prin tema de proiectare. Unele băi publice se prevăd numai cu dușuri, altele cu dușuri și căzi de baie, iar altele sunt dotate și cu bazine de înot.

Terenuri de sport și stadioane. Numărul de dușuri se stabilește în funcție de felul activității sportive (care murdăresc mai puțin sau mai puternic corpul), în funcție de felul în care se face dezbrăcarea (în vestiare comune sau în cabine individuale) și în funcție de durata de utilizare a dușurilor. Durata maximă de utilizare a dușurilor se consideră de 30 min în cazul dușurilor cu dezbrăcare în vestiare

Tabelul 2.4.21. Numărul de lavoare sau locuri de spălare a mâinilor și de dușuri, pentru clădiri industriale, în funcție de categoria procesului tehnologic

Grupa procesului tehnologic	Caracteristica proceselor tehnologice	Numărul de muncitori la 1 lavoar sau 1 loc de spălare	Numărul de muncitori la 1 duș	
			cu cabine	fără cabine
I	Procese tehnologice ce se desfășoară în condiții de contact cu praful, dar fără degajare de substanțe chimice, fără contact cu produse iritante asupra pielii:			
I a	- care produc murdărirea mâinilor (de ex.: prelucrarea la rece a metalelor, croitorie, tricotate, asamblare mecanică etc.);	15	10	15
I b	- care produc murdărirea mâinilor și corpului (de ex.: lucrări de reparații sau întreținere a mașinilor și utilajelor etc.);	12	8	12
II	Procese tehnologice care au loc în condiții de microclimat nefavorabil:			
II a	- cu temperatură ridicată și radiații calorice (de ex.: cuptoare Siemens - Martin, laminoare, forje, tratamente termice);	10	6	10
II b	- cu temperatură scăzută (de ex.: muncă de exterior, în instalații frigorifice);	10	6	10
II c	- cu folosirea unei cantități mari de apă în procesul tehnologic (de ex.: procese la ateliere umede, spălătorii).	10	6	10
III	Procese de muncă ce se desfășoară în condiții de degajare de praf, fără alte substanțe chimice sau produse iritante asupra pielii:			
III a	- cu degajare medie și mare de praf (de ex.: turnătorii, fabricarea materialelor de construcții, industria inului și a cânepii, fabrici de ciment etc.);	10	6	10
III b	- cu degajare intensă de negru de fum, cu praf de gudron, cu praf de cărbune (de ex.: fabricarea și manipularea negrului de fum, a gudroanelor, exploatarea miniere de cărbune etc.);	8	5	8
IV	Procese de muncă ce au loc în condiții de contact cu substanțe toxice:			
IV a	- cu acțiune iritantă asupra pielii prin contact direct (de ex.: contact cutanat permanent cu acizi, reactivi, materii corosive, crom etc.);	10	6	10
IV b	- cu acțiune toxică generală (de ex.: prelucrarea plumbului, mediu de lucru cu nitro și amino derivați ai hidrocarburilor aromatice, mercur, alte metale grele etc.);	8	5	8
IV c	- gaze și vapori care pot produce intoxicații acute (de ex.: locuri de muncă având risc de intoxicație cu clor, acid cianhidric și compusi cianici, benzen, gaze iritante respiratorii etc.);	8	5	8
V	Procese de muncă unde se manipulează și se prelucurează materiale infectate (de ex.: materiale biologice infectate)	6	4	6
VI	Procese tehnologice care necesită un regim special pentru asigurarea calității producției:			
VI a	- legate de prelucrarea produselor alimentare (de ex.: procese tehnologice din fabricile de pâine, laboratoare de cofetărie, combinate de carne, bucătării etc.);	10	6	10
VI b	- legate de producția medicamentelor, produselor biologice și materialelor sanitare (de ex.: producția medicamentelor, pansamentelor, serurilor, vaccinurilor etc.);	8	5	8

Observații:

1. Prin numărul muncitorilor de la un obiect se înțelege numărul muncitorilor de același sex dintr-un schimb. 2. Lavoarele sau locurile de spălare aferente vestiarelor se prevăd cu apă rece și caldă. 3. Dușuri se prevăd numai pentru persoane care lucrează direct în procesul de producție. 4. Pentru grupa I a procesului tehnologic, necesitatea prevederii dușurilor se stabilește prin tema de proiectare. 5. Lavoare sau locuri de spălare se prevăd pentru toate persoanele care nu folosesc dușurile. 6. Numărul lavoarelor și dușurilor se stabilește în raport cu schimbul cu numărul maxim.

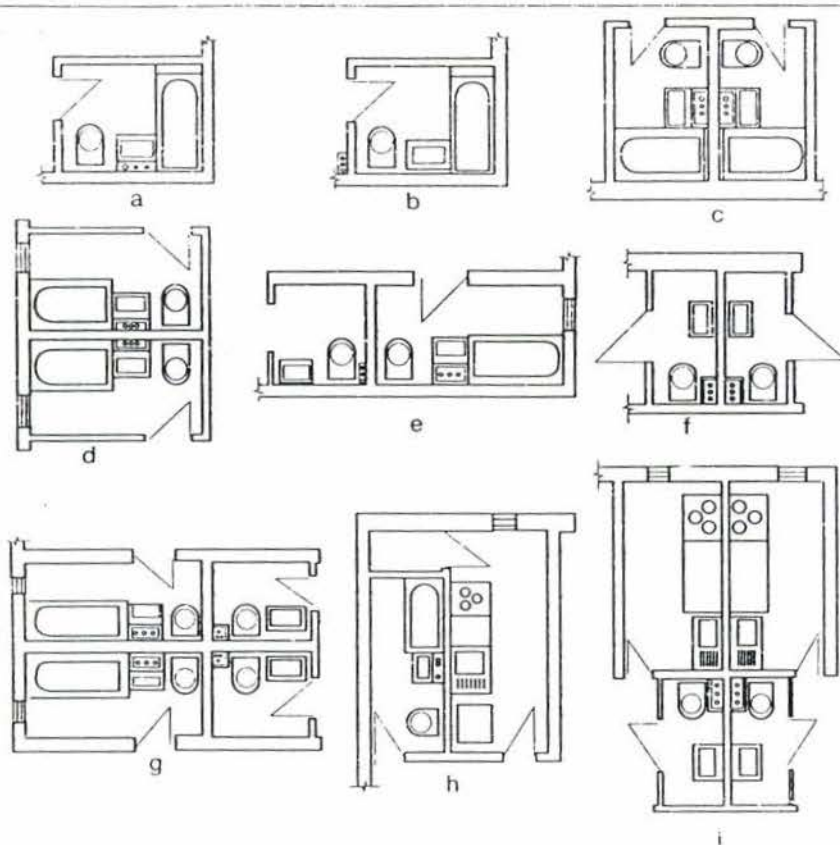


Fig. 2.4.57. Amplasarea obiectelor sanitare în clădirile de locuit:

a - cameră de baie cu nodul de conducte în spatele lavoarului; b - idem, cu nodul de conducte în afara camerei de baie; c și d - camere de baie cuplate; e - cameră de baie cuplată cu cameră de W.C.; f - cuplarea a două camere de W.C.; g - cuplarea a două camere de baie și a două camere de W.C.; h - cuplarea unei camere de baie cu o bucătărie; i - cuplarea a două bucătării și a două camere de W.C.

comune și de 45 min în cazul în care dezbrăcarea se face în cabine individuale.

Numărul de sportivi care se ia în calcul pentru stabilirea numărului de dușuri este:

- 8 - la dușuri cu dezbrăcare în ves-

tiare comune, cu durata de folosire a acestora de 30 min, pentru activități sportive care murdăresc puternic corpul;

- 12 - idem, pentru activități sportive care murdăresc mai puțin corpul;

- 5 - la dușuri cu dezbrăcare în ca-

bine individuale, cu durata de folosire a acestora de 45 min pentru activități sportive care murdăresc puternic corpul;

- 8 - idem, pentru activități sportive care murdăresc mai puțin corpul;

Numărul de obiecte sanitare pentru săli, terenuri de sport și stadioane, în funcție de numărul de locuri, este prezentat în tabelul 2.4.20 și mai detaliat în graficul din figura 2.4.56a.

Gări de călători. Dotarea cu obiecte sanitare depinde de mărimea traficului de călători în 24 h, considerându-se egală ca repartitie pe sexe.

Obiectele sanitare pentru diferite servicii ale gării se acționează la celelalte categorii de clădiri cuprinse în tabelul 2.4.20. În cazul în care pentru o parte din personal se prevăd apartamente, acestea se dotează la fel ca garsonierele, căminele de nefamiliști sau clădirile de locuit.

Centrale termice, centrale de ventilație, puncte termice. Se prevăd obiecte sanitare numai în cazul în care există personal permanent de exploatare și atunci când distanța până la un grup sanitar este mai mare de 50 m, la circulația prin interiorul clădirii, respectiv 30 m la circulația prin exteriorul clădirii.

Grupul sanitar se dotează cu closet, lavoar, iar în cazul centralelor termice și cu duș. Pentru curățenie se prevede 1 chiuvetă cu robinet dublu serviciu.

• Clădiri industriale.

Numărul de closete, pisoare, fântâni de băut apă sunt date în tabelul 2.4.21, iar numărul de lavoare și de dușuri este dat în tabelul 2.4.21, în funcție de grupa procesului tehnologic, de substanțele care se prelucrează și de gradul de murdărire a corpului, ținând seamă de normele de protecție a muncii.

Pentru evitarea subdimensionărilor, prevederile din tabelul 2.4.21 se aplică pentru un singur grup sanitar la care are acces numărul maxim de muncitori de același sex și apoi se stabilește pentru fiecare grup sanitar, numărul de obiecte sanitare în funcție de grupele de procese tehnologice.

În figura 2.4.56b, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la unități de producție.

În întreprinderile cu peste 25 de femei pe schimb, se amenajează, la vestiare, încăperi destinate igienei intime a femeii. Aceste încăperi se prevăd cu instalații de spălare cu jet ascendent sau duș mobil, cu apă rece și caldă; de la 100 femei în sus, o astfel de instalație completată cu 1 lavoar și 1 closet se prevede la fiecare 50 de femei.

Se admite ca grupurile sanitare să fie amplasate câte 1 pentru 2 niveluri, cu condiția ca distanța maximă de parcurs, până la acestea să fie de 50 m, fără a depăși 3 m pe verticală.

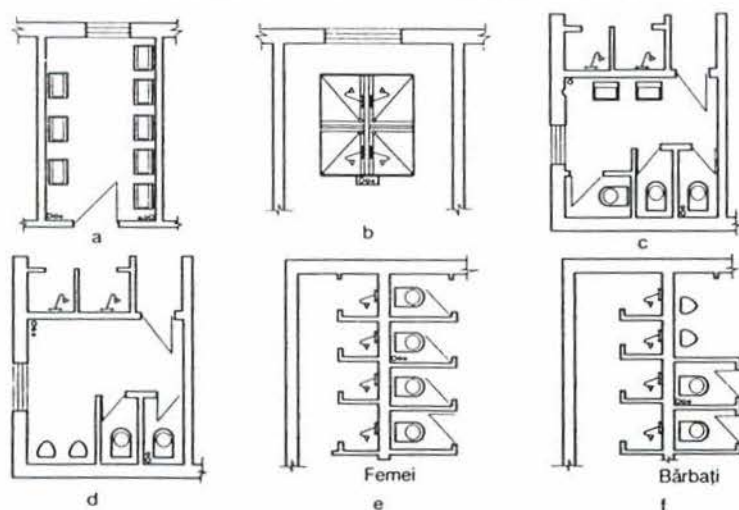


Fig. 2.4.58. Amplasarea obiectelor sanitare în cămine:

a - spălător cu lavoare și băiețe de picioare; b - încăpere de dușuri cu amplasarea lor pe mijlocul camerei; c - grup sanitar pentru femei; d - grup sanitar pentru bărbați; e - grup de W.C.-uri cuplat cu grup de dușuri, pentru femei; f - idem, pentru bărbați.

Fântânile de băut apă se amplasează în interiorul halelor și în grupurile sanitare, cu condiția ca distanța maximă până la ele să nu depășească 50 m.

Pentru curățenie, se prevăd chiuvete, care se amplasează în grupurile sanitare pentru femei sau în încăperi speciale pentru materiale de curățenie.

2.4.3.2 Amplasarea obiectelor sanitare în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme

Obiectele sanitare se amplasează în planurile de arhitectură ale clădirii la scara desenului respectiv. Cotele de montare a obiectelor sanitare precum și distanțele minime, pe orizontală, între obiectele sanitare și între acestea și elementele de construcții sunt indicate (conform STAS 1504), în tabelele 2.4.22, (anexa 2.4.2) și 2.4.23 (anexa 2.4.3).

Obiectele sanitare se reprezintă în planuri și în scheme prin semne convenționale (tab. 2.4.1), având dimensiunile principale de gabarit ale obiectului respectiv reduse la scara desenului (de regulă 1:50). În faza de proiectare detalii de execuție (D.D.E), se întocmesc detalii ale grupurilor sanitare, la scara 1:10 sau 1:20.

În figura 2.4.57, sunt prezentate câteva variante de amplasare a obiectelor sanitare în camerele de baie ale clădirilor de locuit, iar în figura 2.4.58, sunt prezentate câteva variante de amplasare a obiectelor sanitare într-un cămin cu grupuri sanitare comune.

2.4.4. Calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer

Rețelele interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă pentru consum menajer, reprezintă sisteme de conducte sub presiune, pentru care se adoptă modelul de calcul al curentului unidimensional de fluid incompresibil.

Se disting două categorii de probleme:

- de dimensionare, când se cunosc caracteristicile geometrice ale instalației (configurația geometrică a instalației, cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei, lungimile tronsoanelor de conducte, valorile rugozității suprafețelor interioare ale conductelor în funcție de natura materialelor acestora), debite ce trebuie transportate cu un anumit regim al presiunilor, vitezele medii economice ale apei în fiecare tronson de conductă și se cere determinarea diametrelor conductelor, calculul pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) și sarcina hidrodinamică necesară H_{rec} , în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației;

- de verificare, când pentru o instalație interioară dată, pentru care se cunosc caracteristicile geometrice ale re-

țelei, diametrele tuturor tronsoanelor și debitele de calcul, se cere să se determine pierderile totale de sarcină (liniare și locale) și sarcina hidrodinamică efectivă H_{ef} , în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației.

Configurația geometrică, lungimile

tronsoanelor și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei de conducte, rezultă din amplasarea instalației în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme.

Tabelul 2.4.24. Debitul specific de apă caldă și rece, echivalenții de debit, presiunile normale de utilizare pentru bateriile și robinetele de alimentare cu apă pentru consum menajer

Nr. crt.	Denumirea punctului de consum	Debit specific [l/s]	Echivalenți de debit E	Presiunea de utilizare [kPa]
A. Baterii pentru:				
1	Spălător DN 15 sau chiuvetă DN 15	0,20	1,00	20
2	Spălător DN 20	0,30	1,50	20
3	Cazan de baie DN 15	0,20	1,00	30
4	Cadă de baie DN 15 la prepararea centrală a apei calde	0,20	1,00	30
5	Duș flexibil DN 15	0,10	0,50	30
6	Baie DN 20 (pentru tratamente)	0,30	1,50	30
7	Duș DN 15	0,20	1,00	30
8	Duș masaj hidraulic DN 20	0,30	1,50	30
9	Albie de spălat rufe DN 15	0,20	1,00	20
10	Baie de picioare DN 15	0,10	0,50	20
11	Lavoar DN 15	0,07	0,35	20
12	Spălător circular DN 15	0,10	0,50	20
B. Robinete pentru:				
13	Spălător DN 15	0,20	1,00	20
14	Spălător DN 20	0,30	1,50	20
15	Chiuvetă DN 15	0,20	1,00	20
16	Albie de spălat rufe DN 15	0,20	1,00	20
17	Cazan de fierț rufe DN 15	0,20	1,00	20
18	Încălzitor de apă cu gaze DN 15	0,20	1,00	35 *min
19	Marmită DN 15	0,20	1,00	20
20	Rezervor de pisoar DN 15	0,20	1,00	20
21	Pisoar individual DN 10	0,035	0,17	20
22	Spălător circular DN 15	0,07	0,35	20
23	Baie de picioare DN 15	0,07	0,35	20
24	Lavoar DN 15	0,07	0,35	20
25	Bideu DN 15	0,07	0,35	20
26	Rezervor de closet DN 10	0,10	0,50	20
27	Rezervor de closet DN 15	0,15	0,75	20
28	Spălare closet sub presiune DN 15	1,20	6,00	60*
29	Fântână de băut apă	0,035	0,17	20
30	Mașină de spălat vase DN 15	0,10	0,50	40*
31	Mașină de spălat rufe DN 15	0,17	0,85	40*
32	Robinet de stropit grădină DN 15	0,17	0,85	60*
33	Robinet de stropit grădina DN 20	0,25	1,25	60*
34	Robinet de stropit grădina DN 25	0,30	1,50	60*
35	Robinet pentru mașina de evacuare hidraulică deșeurilor menajere	0,25	1,25	50*
36	Hidrant de stropit DN 20	0,60	3,00	100*
37	Hidrant de stropit DN 25	0,80	4,00	100*
38	Robinet dublu/simplu serviciu DN 10	0,10	0,50	20
39	Robinet dublu/simplu serviciu DN 15	0,20	1,00	20
40	Robinet dublu/simplu serviciu DN 20	0,30	1,50	20
41	Robinet dublu/simplu serviciu DN 25	0,50	2,50	20
42	Robinet cîșmea curte DN 15	0,20	1,00	40*
43	Robinet cîșmea curte DN 20	0,30	1,50	40*
44	Robinet cîșmea curte DN 25	0,40	2,00	40*
45	Robinet cîșmea stradă DN 20	0,60	3,00	60*
46	Robinet cîșmea stradă DN 25	0,90	4,50	60*
47	Robinet cîșmea stradă DN 30	1,20	6,00	60*

* conform datelor din prospectul pentru tipul ales

2.4.4.1 Debite specifice, echivalenți de debite, presiuni normale de utilizare pentru armăturile obiectelor sanitare

- Debitul specific de calcul al unei armături pentru un obiect sanitar (robinet, baterie amestecătoare de apă rece și apă caldă de consum), care se mai numește și consum specific, este un debit convențional, exprimat în [l/s] și considerat normal pentru o anumită întrebuințare a apei.

- Echivalentul de debit al unei ar-

mături pentru un obiect sanitar se definește ca raportul între debitul specific al armăturii respective, q_s , și un debit specific $q_{su} = 0,20$ l/s, ales convențional ca unitate de măsură;

$$E = \frac{q_s}{q_{su}} = \frac{q_s}{0,20} \quad (2.4.2)$$

- Presiunea normală de utilizare este presiunea disponibilă (sau de serviciu) în secțiunea de ieșire a apei din armătura unui obiect sanitar, care asigură în aceas-

tă secțiune o viteză medie a jetului de apă corespunzătoare debitului specific.

În tabelul 2.4.24, sunt date: debitele specifice de apă rece și caldă, echivalenții de debit și presiunile normale de utilizare, pentru bateriile și robinetele de alimentare cu apă pentru consum menajer.

Se menționează că presiunile normale de utilizare pot fi modificate în funcție de caracteristicile măsurate ale armăturilor respective, cu condiția asigurării debitelor specifice de calcul din tabelul 2.4.24.

2.4.4.2. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele de apă consumate la diferite armături montate la obiectele sanitare din clădiri, au un caracter aleator.

Aceasta se datorează frecvențelor de utilizare, simultaneităților în funcționare și duratelor de utilizare, diferite de la o armătură la alta.

Debitul de calcul q_c pentru dimensionarea conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer, se determină cu relația:

$$q_c = q_{mz} + y \sqrt{q_{mz}} \quad [l/s] \quad (2.4.3)$$

în care:

- q_{mz} este debitul mediu zilnic de apă [l/s];

- y - cuantila distribuției de repartiție normală;

Cuantila distribuției de repartiție normală este în funcție de gradul de asigurare a necesarului de apă după cum urmează:

- pentru clădiri prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată centralizat sau cu încălzitoare instantanee cu gaz sau electrice, se aplică un grad de asigurare de 99 %, căruia îi corespunde $y = 2,326$;

- pentru clădiri prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată cu încălzitoare locale cu combustibil solid sau lichid, se aplică un grad de asigurare de 98 %, căruia îi

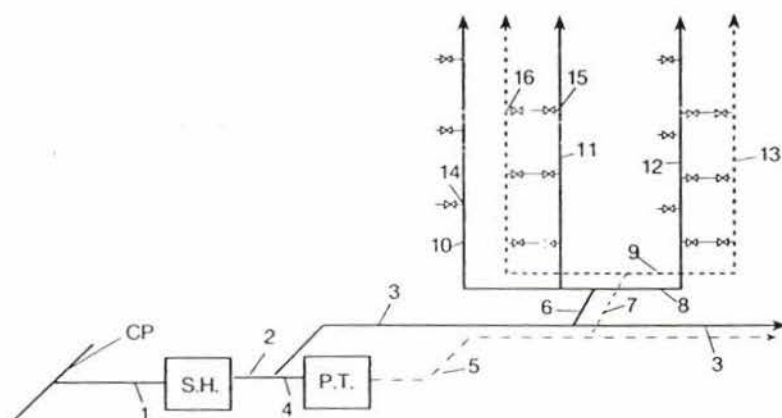


Fig. 2.4.59. Schema de principiu pentru indicarea modului de calcul al unei instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă pentru un ansamblu de clădiri de locuit:

C.P. - conductă publică; S.H. - stație de ridicare a presiunii cu recipient de hidrofor; P.T. - punct termic; 1 - conductă de alimentare cu apă rece a stației de ridicare a presiunii; 2 - conductă de alimentare cu apă rece atât a conductei de distribuție a apei reci cât și a conductei de alimentare cu apă rece a instalației de preparare a apei calde; 3 - conductă de distribuție a apei reci a ansamblului de clădiri; 4 - conductă de alimentare cu apă rece a instalației de preparare a apei calde de consum; 5 - conductă de distribuție a apei calde a ansamblului de clădiri; 6 - conductă de racord, a instalației interioare de apă rece la conductele de distribuție a apei reci a ansamblului de clădiri; 7 - idem, a instalației interioare de apă caldă la conductele de distribuție a apei calde a ansamblului de clădiri; 8 - conductă interioară de distribuție a apei calde a ansamblului de clădiri; 9 - idem, a apei calde; 10 - conductă de alimentare cu apă rece a robinetelor de apă rece; 11 - idem, a bateriilor de amestec; 12 - idem, a robinetelor de apă rece și a bateriilor de amestec; 13 - conductă de alimentare cu apă caldă a bateriilor de amestec; 14 - legătură de alimentare cu apă rece a robinetului de apă rece; 15 - idem, a bateriilor de amestec; 16 - legătură de alimentare cu apă caldă a bateriilor de amestec.

Tabelul 2.4.25. Componenta termenilor q_{sz} , Σnq_s , E și valorile coeficienților a

Partea de instalație Conducte:	q_{sz} sau Σnq_s	a	Suma de echivalenți E	Nr. tronson din fig. 2.4.59
pentru alimentarea cu apă rece a stațiilor de ridicare a presiunii	$q_{sz} = q_{sz}$	1	$E = E_1 + E_2$	1
pentru alimentarea cu apă rece a conductelor de distribuție a apei reci și a instalațiilor de preparare a apei calde	$q_{sz} = q_{sz}$	1	$E = E_1 + E_2$	2
pentru alimentarea cu apă rece a conductelor de distribuție din interiorul clădirilor	$q_{sz} = 0,7 q_{sz}$	1	$E = 0,7 E_1 + E_2$	3, 6
pentru alimentarea cu apă rece a instalației de preparare a apei calde și pentru alimentarea cu apă caldă a conductelor de distribuție a apei calde	$q_{sz} = q_{sz}$	0,7	$E = E_1$	4, 5, 7
de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a robinetelor și a bateriilor de amestec	$\Sigma nq_s = \Sigma 0,7 nq_{sb} + \Sigma nq_{sr}$	1	$E = 0,7 E_1 + E_2$	8, 12
de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a robinetelor	$\Sigma nq_s = \Sigma nq_{sr}$	1	$E = E_2$	10
de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a bateriilor de amestec	$\Sigma nq_s = \Sigma 0,7 nq_{sb}$	1	$E = 0,7 E_1$	11
de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă caldă a bateriilor de amestec	$\Sigma nq_s = \Sigma nq_{sb}$	0,7	$E = E_1$	9, 13

Tabelul 2.4.26. Necesariile specifice de apă rece și caldă în funcție de destinațiile clădirilor

Nr. crt.	Destinația clădirii	Necesar specific [l]	
		Total apă	din care apă caldă de 60 °C
1	Clădiri de locuit (pentru 1 persoană pe zi) a) în cazul preparării centrale a apei calde: - apartament cu closet, lavoare, cadă de baie și spălător - apartament cu closet, lavoare, cadă de duș și spălător b) în cazul preparării locale a apei calde: - în cazane funcționând cu gaze sau în încălzitoare electrice - în cazane funcționând cu lemne, cărbuni, combustibil lichid	280 200 170 140	110 80 60 55
2	Clădiri pentru birouri (pentru 1 funcționar pe schimb)	20	5
3	Cluburi, case de cultură și teatre a) cu prepararea centrală a apei calde: - actori (pentru 1 persoană pe zi) - spectatori, vizitatori (pentru 1 loc pe zi) b) fără apă caldă: - actori (pentru 1 persoană pe zi) - spectatori, vizitatori (pentru 1 loc pe zi)	35 12 25 12	15 - - -
4	Cinematografe (pentru 1 loc pe zi)	5	-
5	Cantine, restaurante, bufete: - bufete (pentru 1 persoană) - cantine și restaurante (pentru 1 persoană, 1 masă la prânz pe zi) - cantine și restaurante (pentru 1 persoană, 3 mese pe zi)	5 22 44	3 10 20
6	Cămine (pentru 1 ocupant pe zi) - cu obiecte sanitare în grupuri sanitare comune - cu lavoare în camere - cu grupuri sanitare în camere	80 90 170	40 50 60
7	Internate școlare (pentru 1 ocupant pe zi) - cu obiecte sanitare comune - cu lavoare în camere	70 80	30 40
8	Hoteluri și pensiuni (pentru 1 pasager pe zi) - cu dușuri și cadă de baie în grupuri sanitare comune - cu dușuri în grupuri sanitare în camere - cu căzi de baie în grupuri sanitare în camere	110 150 200	60 80 100
9	Creșe, grădinițe cu internat (pentru 1 copil pe zi)	100	50
10	Grădinițe cu copii externi (pentru 1 copil pe schimb)	20	8
11	Spitale, sanatorii, case de odihnă (pentru 1 bolnav pe zi) - cu căzi de baie și dușuri în grupuri sanitare - cu căzi de baie în fiecare cameră, pentru bolnavi - cu căzi de baie în fiecare cameră, pentru tratamente balneologice	235 325 425	115 165 225
12	Dispensare, policlinici (pentru 1 bolnav pe zi)	15	3
13	Băi publice (pentru 1 persoană) - cu dușuri - cu căzi de baie	60 200	30 100
14	Școli (pentru 1 elev pe program) fără dușuri sau băi	20	5
15	Terenuri de sport, stadioane (pentru 1 manifestare sportivă) - pentru 1 spectator - pentru 1 sportiv	6 50	- 20
16	Gări (pentru 1 persoană în traficul zilnic)	5	-
17	Spălătorii (pentru 1 kg de rufe uscate) - cu spălare manuală - cu spălare semimecanizată - cu spălare mecanizată	35 45 55	20 25 30
18	Secții de spălare din garaje (pentru 1 vehicul pe schimb) - autoturisme - autocamioane	300 500	
19	Întreprinderi industriale (pentru 1 muncitor pe schimb) cu procese tehnologice din grupa:		
	I	50	20
	II	60	25
	III a	60	25
	III b	75	30
	IV	75	30
	V	85	40
	VI a	60	25
	VI b	75	30

Observații: 1. Durata maximă de utilizare a dușurilor și lavoarelor în vestiarele întreprinderilor industriale este de 45 min pentru fiecare schimb.

2. Datele din tabel se iau în considerare la calculul necesarului de căldură și combustibil pentru prepararea apei calde de consum și la stabilirea capacității rezervorului de acumulare (pentru apă rece și apă caldă de consum).

3. Necesariile specifice de apă din tabel pot fi reduse dacă se prevăd măsuri de reducere a pierderilor și a risipei de apă.

4. Grupele proceselor tehnologice sunt cele prezentate în tabelul 2.4.21.

corespunde $y = 2,054$;

Debitul mediu zilnic pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci și calde din ansamblurile de clădiri de locuit similare acestora, se stabilește cu relația:

$$q_{rz} = \frac{\sum N_p q_{sz}}{3600 n_{oz}} \quad [l/s] \quad (2.4.4)$$

în care:

- N_p este numărul de persoane corespunzător unui necesar specific de apă;
- q_{sz} - necesarul specific de apă pe zi [l/zi -pers.], care poate fi q_{szr} pentru apă rece sau q_{szc} pentru apă caldă; în tabelul 2.4.26 sunt prezentate necesarurile specifice de apă rece și de apă caldă în funcție de destinația clădirilor;
- n_{oz} - numărul mediu de ore pe zi de utilizare a apei care, pentru clădirile de locuit, este 19 h/zi.

Debitul mediu zilnic pentru dimensionarea coloanelor și a conductelor de distribuție a apei reci și calde din interiorul clădirilor, q_{mz} , se stabilește cu relațiile:

$$q_{mz} = \frac{\sum n q_s}{3600 n_{oz}} \quad [l/s] \quad (2.4.5)$$

$$q_{mz} = \frac{\sum n q_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{N q_{sz}}{q_{sa}} \quad [l/s] \quad (2.4.6)$$

în care:

- n este numărul armăturilor de același fel, care asigură alimentarea cu apă;
- q_s - debitul specific al unei armături [l/s];

- q_{sp} - debitul specific pentru 1 persoană [l/s -pers.];

- q_{sa} - debitul specific pentru 1 apartament [l/s -ap];

- N_a - numărul mediu de persoane la 1 apartament;

n_{oz} și q_{sz} au semnificațiile din relația (2.4.4), iar

$$q_{sp} = \frac{\sum n q_s}{N} \quad [l/s\text{-pers.}] \quad (2.4.7)$$

$$q_{sa} = \frac{\sum n q_s}{N_a} \quad [l/s\text{-ap}] \quad (2.4.8)$$

în care N este numărul de persoane pentru care s-a calculat $\sum n q_s$.

Pentru clădirile de locuit sau căminele de nefamiliști, la un necesar specific de apă $q_{sz} = 280$ l/zi -pers., la un număr mediu $N_a = 2,8$ persoane pe apartament și la un debit specific 0,57 l/s ap., respectiv pentru 2,85 E - echivalenți de debit pentru un apartament (dotat cu 1 cadă de baie, 1 lavoar, 1 closet și 1 spălător de bucătărie), pentru 19 ore de utilizare a apei pe zi și pentru un grad de asigurare a debitului de calcul de 99 %, în locul relației (2.4.2) se poate aplica relația:

$$q_c = a(0,15\sqrt{E} + 0,004E) \quad [l/s] \quad (2.4.9)$$

în care:

- q_c este debitul de calcul [l/s];
- E - suma echivalenților punctelor de consum alimentate din conductă;
- a - coeficientul adimensional în

funcție de temperatura la care se prepară apa caldă, ale cărei valori sunt date în tabelul 2.4.25.

Componenta termenului E și valorile coeficienților a sunt date în tabelul 2.4.25, în care:

E_1 este suma echivalenților de debite ai bateriilor amestecătoare de apă rece cu apă caldă;

E_2 - suma echivalenților de debite ai robinetelor de apă rece. Echivalenții de debit E_1 și E_2 se calculează cu relațiile:

$$E_1 = \sum_{j=1}^n e_{bj} n_j \quad (2.4.10)$$

$$E_2 = \sum_{j=1}^n e_{rj} n_j \quad (2.4.11)$$

în care:

- e_{bj} este echivalentul de debit al unei baterii de tip j ;
- e_{rj} - echivalentul de debit al unui robinet de tip j ;
- n_{bj} - numărul bateriilor de același tip j ;
- n_{rj} - numărul robinetelor de același tip j .

Modul de determinare a sumei de echivalenți E și valorile corespunzătoare ale coeficientului a , pentru diferitele părți ale rețelilor de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum se arată în figura 2.4.59.

Debitele de calcul aferente clădirilor de locuit sunt date în tabelul 2.4.27a, anexa 2.4.4 pentru apă rece și în tabelul 2.4.27b, anexa 2.4.5, pentru apă caldă, corespunzătoare unui necesar specific de apă de 280 și 200 l/zi -pers. pentru apă rece și 110 și 80 l/zi -pers. pentru apă caldă.

Tabelul 4.2.28. Relații pentru debitele de calcul ale conductelor de distribuție a apei din clădiri administrative, social-culturale și grupurile sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție

Nr. crt.	Destinația clădirii	Relațiile de calcul ale debitelor		Domeniul de aplicare	
		cu Σq_s	cu E	cu Σq_s	cu E
1	Cămine pentru copii, creșe	$q_c = 0,45\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,20\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,20$	$E \geq 1,0$
2	Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici	$q_c = 0,49\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,22\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,24$	$E \geq 1,2$
3	Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare de pe lângă hale și ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de cazare	$q_c = 0,54\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,24\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,28$	$E \geq 1,4$
4	Instituții de învățământ	$q_c = 0,60\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,27\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,36$	$E \geq 1,8$
5	Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$q_c = 0,67\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,30\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,44$	$E \geq 2,2$
6	Hoteluri cu grupuri sanitare comune	$q_c = 0,85\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,38\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 0,72$	$E \geq 3,6$
7	Cămine de studenți, internate, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane	$q_c = \sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,45\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 1,00$	$E \geq 5,0$
8	Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție*	$q_c = 2\sqrt{\Sigma q_s}$	$q_c = 0,90\sqrt{E}$	$\Sigma q_s \geq 4,00$	$E \geq 20$

Notă: 1 - Pentru toate categoriile de clădiri, la valori ale $\Sigma n q_s$ și E mai mici decât cele indicate la domeniul de aplicare a relației de calcul, se aplică relația generală: $q_c = \Sigma n q_s$ sau $q_c = 0,2 E$

În Anexa I, tabelele 1...22 sunt date debitele de calcul aferente clădirilor de locuit, corespunzătoare necesarilor specifice de apă rece 280 și 140 l/zi-pers. și de apă caldă între 110...55 l/zi-pers., pentru debite specifice pe apartament între 0,57...0,94 l/s ap., pentru apă rece și 0,47...0,74 l/s ap. pentru apă caldă și pentru grade de asigurare de 99 și 98%.

Debitele de calcul pentru conductele de distribuție a apei pentru clădirile administrative, social-culturale și grupurile sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție q_c se calculează cu relațiile din tabelul 2.4.28.

La stabilirea debitelor de calcul pentru aceste clădiri se va ține seama și de prevederile din tabelul 2.4.25 cu excepția rela-

țiilor cu suma debitelor specifice Σnq_s , pentru apă caldă la care $q_{cac} = 0,7 q_c$.

Debitele de calcul pentru conductele de legătură dintre coloane și armăturile punctelor de consum se calculează cu relația:

$$q_c = \Sigma nq_s \quad [l/s] \quad (2.4.12)$$

Tabelul 2.4.29. Debite de calcul pentru clădiri administrative, social-culturale și grupuri sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție, în funcție de debitele specifice, normele de consum al apei, duratele de utilizare și gradele de asigurare sau în funcție de suma echivalenților de debite

Σq_s	E	q_c [l/s] pentru							
		$q_c = 0,45\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 0,49\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 0,54\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 0,6\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 0,67\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 0,85\sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = \sqrt{\Sigma n q_s}$	$q_c = 2\sqrt{\Sigma n q_s}$
		sau $q_c = 0,2\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,22\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,24\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,27\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,3\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,3\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,45\sqrt{E}$	sau $q_c = 0,9\sqrt{E}$
0,20	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,24	1,2	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
0,28	1,4	0,24	0,26	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
0,32	1	0,25	0,28	0,30	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
0,36	1,8	0,27	0,30	0,32	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
0,40	2,0	0,28	0,31	0,34	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40
0,44	2,2	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,44	0,44	0,44
0,50	2,5	0,32	0,35	0,38	0,43	0,47	0,50	0,50	0,50
0,60	3,0	0,35	0,38	0,42	0,47	0,52	0,60	0,60	0,60
0,72	3,6	0,38	0,42	0,46	0,51	0,57	0,72	0,72	0,72
0,86	4,3	0,41	0,46	0,50	0,56	0,62	0,79	0,86	0,86
1,0	5,0	0,45	0,49	0,54	0,60	0,67	0,85	1,00	1,00
1,5	7,5	0,55	0,60	0,66	0,74	0,82	1,04	1,23	1,50
2,0	10,0	0,63	0,70	0,76	0,85	0,95	1,20	1,42	2,00
2,5	12,5	0,71	0,78	0,85	0,95	1,06	1,36	1,59	2,25
3,0	15,0	0,77	0,85	0,93	1,04	1,16	1,47	1,74	3,00
3,5	17,5	0,84	0,92	1,00	1,13	1,25	1,59	1,88	3,50
4,0	20,0	0,89	0,98	1,07	1,21	1,34	1,70	2,01	4,00
5,0	25	1,00	1,10	1,20	1,35	1,50	1,90	2,25	4,50
6,0	30	1,09	1,20	1,31	1,48	1,64	2,08	2,46	4,92
7,0	35	1,18	1,30	1,42	1,60	1,77	2,25	2,66	5,32
8,0	40	1,25	1,39	1,52	1,71	1,90	2,40	2,85	5,69
9,0	45	1,34	1,48	1,61	1,81	2,01	2,55	3,02	6,04
10	50	1,41	1,55	1,70	1,91	2,12	2,69	3,18	6,36
12	60	1,55	1,70	1,86	2,09	2,32	2,94	3,48	6,97
14	70	1,67	1,84	2,01	2,26	2,51	3,18	3,76	7,52
16	80	1,79	1,97	2,15	2,41	2,68	3,40	4,02	8,02
18	90	1,90	2,09	2,28	2,56	2,85	3,60	4,27	8,54
20	100	2,00	2,20	2,40	2,70	3,00	3,80	4,50	9,00
25	125	2,25	2,46	2,68	3,02	3,35	4,25	5,03	10,06
30	150	2,46	2,69	2,94	3,31	3,67	4,65	5,51	11,02
35	175	2,66	2,91	3,17	3,57	3,97	5,03	5,95	11,90
40	200	2,84	3,11	3,39	3,82	4,24	5,37	6,36	12,73
50	250	3,18	3,48	3,79	4,26	4,74	6,00	7,11	14,23
60	300	3,48	3,81	4,16	4,68	5,20	6,58	7,79	15,59
70	350	3,76	4,11	4,49	5,05	5,61	7,11	8,42	16,83
80	400	4,00	4,40	4,80	5,40	6,00	7,60	9,00	18,00
90	450	4,26	4,67	5,09	5,73	6,36	8,06	9,54	19,09
100	500	4,47	4,92	5,37	6,04	6,71	8,49	10,06	20,12
120	600	4,92	5,39	5,88	6,61	7,35	9,30	11,02	22,04
140	700	5,32	5,82	6,35	7,14	7,93	10,05	11,90	23,82
160	800	5,69	6,22	6,79	7,64	8,48	10,75	12,73	25,45
180	900	6,03	6,60	7,20	8,10	9,00	11,40	13,50	27,00
200	1000	6,36	6,95	7,59	8,54	9,49	12,02	14,23	28,46
250	1250	7,11	7,78	8,48	9,54	10,61	13,43	15,91	31,82
300	1500	7,79	8,52	9,30	10,46	11,62	14,72	17,43	34,86
350	1750	8,41	9,20	10,04	11,29	12,55	15,90	18,82	37,65

Notă: valorile de deasupra barelor orizontale sunt calculate cu relațiile $q_c = \Sigma nq_s$ respectiv $q_c = 0,2 E$

sau

$$q_k = 0,2E \quad [l/s] \quad (2.4.12')$$

În tabelul 2.4.29 sunt date debitele de calcul stabilite cu relațiile din tabelul 2.4.28.

Tabelul 2.4.30. Valorile vitezelor recomandate pentru dimensionarea conductelor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consumul menajer, în funcție de diametrele nominale ale conductelor (STAS 1478)

Diametrul nominal [mm]	Viteze pentru dimensionarea conductelor, [m/s]
10	0,10...0,75
15	0,45...0,80
20	0,45...0,90
25	0,55...1,00
32	0,55...1,10
40	0,75...1,20
50	0,75...1,30
63	0,75...1,30
80	0,85...1,40
100	0,85...1,45
125	1,10...1,50
150	1,10...1,55
200	
250	1,20...1,60
300	

Tabelul 2.4.31. Diametrele conductelor de legătură pentru alimentarea cu apă rece și apă caldă a armăturilor obiectelor sanitare (STAS 1478)

Denumirea punctului de consum	Diametrul conductelor de legătură [in]
a. Baterii pentru:	
- Spălător DN 15	1/2
- Spălător DN 20	3/4
- Chiuvetă DN 15	1/2
- Cazan de baie DN 15	1/2
- Baie DN 15 la prepararea centrală a apei calde	1/2
- Baie DN 20 (pt. tratamente)	3/4
- Duș DN 15	1/2
- Albie de spălat rufe DN 15	1/2
- Baie de picioare DN 15	1/2
- Lavoar DN 15	1/2
- Spălător circular DN 15	1/2
b. Robinete pentru:	
- Cazan de fierit rufe DN 15	1/2
- Marmită DN 15	1/2
- Rezervor de pisoar DN 15	1/2
- Pisoar individual DN 10	3/8
- Bideu DN 15	1/2
- Rezervor de closet DN 10	3/8
- Rezervor de closet DN 15	1/2
- Spălarea closetului sub presiune DN 15	1/2
- Hidrant de stropit DN 20	3/4
- Hidrant de stropit DN 25	1
- Robinet dublu sau simplu serviciu DN 10	3/8
- Idem DN 15	1/2
- Idem DN 20	3/4
- Idem DN 25	1
- Baie pentru picioare DN 15	1/2
- Albie de înmuiat rufe DN 15	1/2
- Fântână pentru băut apă	1/2
- Scurpitoare cu spălare	1/2

2.4.4.3 Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

• **Viteze medii economice (optime) și vitezele maxime admise ale apei, folosite la dimensionarea conductelor**

Problema de dimensionare a conductelor constă în determinarea diametrului d_j al fiecărui tronson j al rețelei, în care scop se dispune de o singură ecuație (legea continuității pentru curentul unidimensional de fluid incompresibil):

$$Q_j = A_j v_j = \frac{\pi d_j^2}{4} v_j = \text{const.} [m^3/h] \quad (2.4.14)$$

cu două necunoscute, diametrul d_j [m] și viteza medie v_j [m/s] (întrucât debitul Q_j este egal cu debitul de calcul q_{kj} stabilit la § 2.4.4.2); astfel, apare o nedeterminare. Pentru înlăturarea ei se introduce condiția economică, exprimată printr-o anumită funcție obiectivă a variabilelor de decizie și aplicarea unor criterii corespunzătoare de optimizare.

Variabilele de decizie uzuale sunt

de regulă, fie diametrele d_j ($j=1,2 \dots n$) ale tronsoanelor de conducte componente ale rețelei, fie vitezele medii v_j ($j=1, 2, \dots, n$) de circulație a apei prin tronsoanele respective.

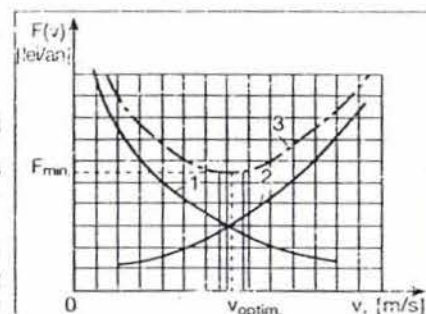


Fig. 2.4.60. Calculul grafic de optimizare:

1 - curbă de variație a costului total de investiție al rețelei de conducte; 2 - curba de variație a costului exploatare; 3 - curba costului total anual de investiție și exploatare.

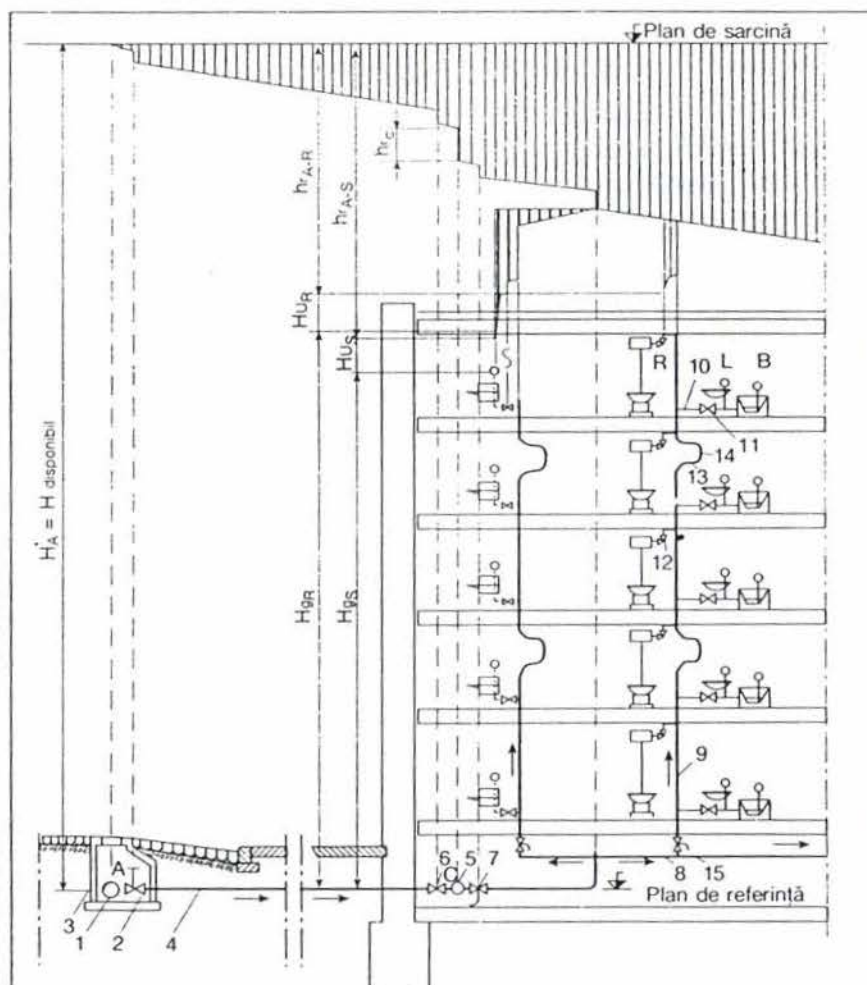


Fig. 2.4.61. Instalație de distribuție a apei reci pentru consum menajer racordată direct la conducta publică:

1 - conductă publică de alimentare cu apă; 2 - vana de concesie; 3 - câminul vanei de concesie; 4 - bransament; 5 - apometru (contor pentru apă); 6 - robinet de închidere; 7 - robinet de închidere cu descărcare; 8 - conductă principală de distribuție; 9 - coloană; 10 - conductă de legătură la lavoare (L) și căzi de baie (B); 11 - robinet de închidere; 12 - robinet colțar; 13 - lăcă de dilatare pentru conducta din PVC tip G; 14 - punct fix; 15 - robinet de închidere cu descărcare.

Domeniul de existență a variabilelor supuse optimizării și a valorilor funcției obiectiv se limitează prin restricțiile:

- constructivă, conform căreia diametrele tronsoanelor succesive să fie monoton crescătoare spre secțiunea de alimentare cu apă a rețelei;

- hidraulică, conform căreia sarcinile hidrodinamice disponibile ale apei în nodurile traseului principal al rețelei să fie consumate integral pe ramificațiile care pornesc din nodurile respective;

- economică, conform căreia să fie limitate valorile unor parametri ai rețelei care conduc la creșterea costurilor totale de investiție și exploatare.

Principalele criterii de optimizare a funcțiilor obiectiv aplicate în cazul rețelilor de distribuție a apei sunt:

- costul specific minim de investiție și de exploatare ale rețelei;

- energia specifică minimă înglobată în elementele componente ale rețelei și, respectiv, consumată în exploatare pentru pomparea apei în rețea.

Calculul de optimizare se poate efectua analitic, stabilind funcția obiectiv și cerându-i condițiile necesare și suficiente de minimum, după care, pentru rezolvarea numerică a relațiilor obținute se aplică metode de programare pe calculator sau grafic.

De exemplu, pentru calculul grafic pe baza criteriului costului specific minim de investiție și exploatare a instalației, se trasează, într-o diagramă (fig. 2.4.60), curba de variație a costului total de investiție al rețelei de conducte, al izolațiilor conductelor și al stației de pompare, raportat la o durată de 8 sau 12 ani (curba 1), de variație a costului exploatarei, respectiv al energiei electrice, consumate pentru vehicularea apei prin rețea pe timp de un an (curba 2). Se însumează ordonatele curbelor în dreptul aceluiași abscise (pe abscisă considerându-se mărimea supusă optimizării, adică viteza v) și se obține curba costului total anual de investiție și de exploatare (curba 3), care are un punct de minimum pentru care viteza este optimă (economică). De fapt se obține un domeniu de valori optime ale vitezei, în jurul punctului de minimum. Valorile optime ale vitezelor se limitează superior din condiția combaterii zgomotelor, vibrațiilor și atenuării loviturilor de berbec, care apar în conducte la viteze mari și când mișcarea apei este nepermanentă.

Vitezele recomandate pentru dimensionarea conductelor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consum menajer în funcție de diametrele nominale ale conductelor sunt redată în tabelul 2.4.30 (STAS 1478).

Vitezele maxime admise ale apei în conductele instalațiilor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consum menajer, în funcție de destinațiile clădirilor, sunt:

- spitale, săli de spectacole 1,5 m/s;

- clădiri de locuit, social-culturale, administrative 2,0 m/s;

- cădiri industriale 3,0 m/s.

La instalațiile la care sarcina hidrodinamică disponibilă este dată sau impusă de condițiile de funcționare ale celorlalte instalații, diametrele se aleg astfel încât sarcina disponibilă să fie, pe cât posibil, consumată integral pentru ridicarea apei la înălțimea geodezică respectivă, învingerea pierderilor de sarcină (liniare sau locale) și asigurarea presiunii de utilizare la punctele de consum, fără a se depăși vitezele maxime indicate mai sus și fără a folosi diametre mai mici decât diametrele conductelor de legătură la armăturile obiectelor sanitare indicate în tabelul 2.4.31.

Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune este de 6 bar, atât pentru apă rece cât și pentru apă caldă, cu excepția instalațiilor de incendiu separate.

• **Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalațiilor din interiorul clădirilor**

Sarcina hidrodinamică a secțiunii transversale a curenților unidimensionali de fluid incompresibil, reprezintă energia specifică medie în secțiunea considerată, raportată la unitatea de greutate a fluidului.

Pentru a determina sarcina hidrodinamică necesară, H_{nec} în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației interioare, se aplică legea energiei (ecuația lui Bernoulli) extinsă la modelul de curent unidimensional de fluid incompresibil considerând secțiunile normale pe axa conductei (în care mișcarea este paralelă), duse prin punctul de racord A la rețeaua exterioră și prin punctul de consum R (fig. 2.4.61) și luând un plan de referință arbitrar (de exemplu, planul ce trece prin axa conductei de racord), se obține:

$$z_A + \left(\frac{p}{\rho}\right)_A + \frac{\alpha_A v_A^2}{2} = z_R + \left(\frac{p}{\rho}\right)_R + \frac{\alpha_R v_R^2}{2} + h_{r,a,n} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.15)$$

în care:

- z_A ; z_R sunt cotele centrelor de greutate ale secțiunilor duse prin punctele A respectiv R față de planul de referință admis, respectiv energiile specifice de poziție în secțiunile A și R [Pa];

- p_A ; p_R - presiunile apei în secțiunile A, respectiv R [Pa];

- v_A ; v_R - vitezele medii ale apei în secțiunile A, respectiv R [m/s];

- α_A ; α_R - coeficienții Coriolis de neuniformitate a distribuției vitezelor în secțiunile A, respectiv R;

- ρ_A ; ρ_R - densitățile apei în secțiunile A și R [kg/m³];

$H_A = \left(\frac{p}{\rho}\right)_A$; $H_R = \left(\frac{p}{\rho}\right)_R$ - înălțimile piezometrice sau de presiune, respectiv, energiile specifice de presiune în

secțiunile A și R [Pa];

$\frac{\alpha_A v_A^2}{2}$; $\frac{\alpha_R v_R^2}{2}$ - înălțimile cinetice, respectiv energiile specifice cinetice în secțiunile A și R;

- $h_{r,a,n}$ - suma pierderilor totale de sarcină (liniare sau distribuite și locale) între secțiunile A și R;

$$H_{PA} = \left(z + \frac{p}{\rho}\right)_A; \quad H_{PR} = \left(z + \frac{p}{\rho}\right)_R$$

- reprezintă cotele piezometrice în secțiunile A și R, respectiv, energiile specifice potențiale sau sarcinile piezometrice în secțiunile A și R;

$$H_{PA} = \left(z + \frac{p}{\rho} + \frac{\alpha v^2}{2}\right)_A; \quad H_{PR} = \left(z + \frac{p}{\rho} + \frac{\alpha v^2}{2}\right)_R$$

- reprezintă cotele energetice ale secțiunilor A și R, respectiv energiile specifice totale ale secțiunilor A și R sau sarcinile hidrodinamice în secțiunile A respectiv R;

Legea energiei, aplicată la curentul unidimensional de fluid incompresibil, în mișcare permanentă, poate fi scrisă cu notațiile de mai sus, sub forma:

$$H_A = H_R + h_{r,a,n} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.16)$$

de unde se deduce:

$$h_{r,a,n} = H_A - H_R \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.17)$$

- adică pierderea totală de sarcină între secțiunile A și R este egală cu diferența sarcinilor hidrodinamice ale secțiunilor A și R și reprezintă partea din energia hidraulică transformată în mod ireversibil, în alte forme de energie, care nu mai interesează mișcarea fluidului, de exemplu căldură.

Instalațiile interioare de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer sunt sisteme de conducte lungi, pentru care diferența termenilor cinetici din ecuația lui Bernoulli se poate neglija:

$$\frac{\alpha_R v_R^2}{2} - \frac{\alpha_A v_A^2}{2} = 0 \quad (2.4.18)$$

deoarece, practic, vitezele medii în secțiunile A și R nu diferă prea mult între ele. Cu observația de mai sus și utilizând notațiile:

$H_{0R} = z_R - z_A$ - înălțimea geodezică a punctului R față de punctul A, adică diferența de nivel între cota punctului de consum R și cota punctului de racord A, transformată în unități de presiune [Pa];

$H_A = \left(\frac{p}{\rho}\right)_A = H_{nec}$ - presiunea manometrică a apei necesară în punctul de racord A al instalației interioare la conducta publică (numită în practică și presiune necesară) [Pa];

$H_{Rr} = \left(\frac{p}{\rho} \right)_R$ - presiunea manometrică a apei în punctul de consum R, numită în mod curent presiune de utilizare a apei la punctul de consum R [Pa].

Rezultă deci:

$$H_A = H_{Rr} + H_{Rr} + h_{f, A-R} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.19)$$

Punctele de consum din instalația interioară au diferite înălțimi geodezice

și presiuni de utilizare, iar de la punctul de racord A (fig. 2.4.61) până la oricare punct de consum, pierderile de sarcină vor fi, evident, diferite. Din această cauză, pentru a stabili presiunea necesară H_{nec} în punctul de racord, se determină valoarea maximă a sumei $H_g + H_u + h_f$, procedând prin eliminare: se aleg punctele de consum care au cea mai mare înălțime geodezică, dintre acestea se aleg cele care au suma

pierderilor de sarcină cea mai mare (care sunt cele mai depărtate pe orizontală față de punctul de racord) și în sfârșit, din ultimele se alege cel care are și presiunea de utilizare cea mai mare. Punctul de consum pentru care suma $H_g + H_u + h_f$ este maximă se numește cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, din întreaga instalație. Prin urmare:

$$H_{nec} = \max(H_g + H_u + h_f) \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.20)$$

Dacă:

$$H_{nec} \leq H_{dis, A} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.21)$$

instalația interioară poate fi racordată direct la rețeaua exterioară (conducta publică), pe când dacă:

$$H_{nec} > H_{dis, A} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.22)$$

instalația interioară se va racorda la instalația de ridicare a presiunii apă (de regulă, la stația de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor).

Pentru presiuni, unitățile de măsură sunt: mH₂O, bar sau Pa, cu relațiile de transformare 1 bar = 10⁵ Pa = 10,2 mH₂O; 1 mH₂O = 9,81 kPa; 1 Pa = 1,02 · 10⁻⁴ mH₂O

• Calculul pierderilor de sarcină

Pierderile de sarcină liniare, h_n , se calculează cu relația:

$$h_n = i l = \frac{\lambda l}{d} \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.23)$$

în care:

$$i = \frac{h_n}{l} = \frac{\lambda}{d} \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa/m}] \quad (2.4.24)$$

este panta hidraulică sau panta energetică și reprezintă pierderea de sarcină liniară unitară (pe unitatea de lungime a curentului), în care:

- λ este coeficientul de rezistență hidraulică liniară (Darcy-Weissbach);
- l - lungimea tronsonului de conductă [m];

- d - diametrul interior al conductei [m];

- v - viteza medie a apei în conductă [m/s];

Introducând în relația (2.4.23) viteza dedusă din relația (2.4.14)

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad [\text{m/s}] \quad (2.4.25)$$

se obține:

$$h_n = \frac{16}{\pi^2} \frac{\lambda l}{d^5} Q^2 = 0,0826 \frac{\lambda l}{d^5} Q^2 \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.26)$$

Se numește modul de rezistență hidraulică liniară al conductei, expresia:

$$M_l = 0,0826 \frac{\lambda l}{d^5} \quad [\text{s}^2/\text{m}^5] \quad (2.4.27)$$

Pierderea de sarcină liniară poate fi exprimată și sub forma:

Nr. crt.	Natura pereților conductei, starea suprafeței și condițiile de exploatare pentru țevi din:	k[mm]
1.	- alamă, cupru, bronz, plumb, tehnic netezi	0,0015...0,010
2.	- aluminiu tehnic netezi	0,015...0,060
3.	- oțel fără sudură, noi	0,020...0,10
4.	- oțel fără sudură, după un număr de ani de exploatare	până la 0,04
5.	- oțel cu sudură, noi și vechi	0,04...0,01
6.	- oțel zincat (zincare obișnuită)	0,10...0,15
7.	- fontă în stare nouă	0,25...1,0
8.	- fontă după un număr de ani de exploatare	0,3...1,5
9.	- mase plastice (polietilenă, polipropilenă, PVC)	0,007

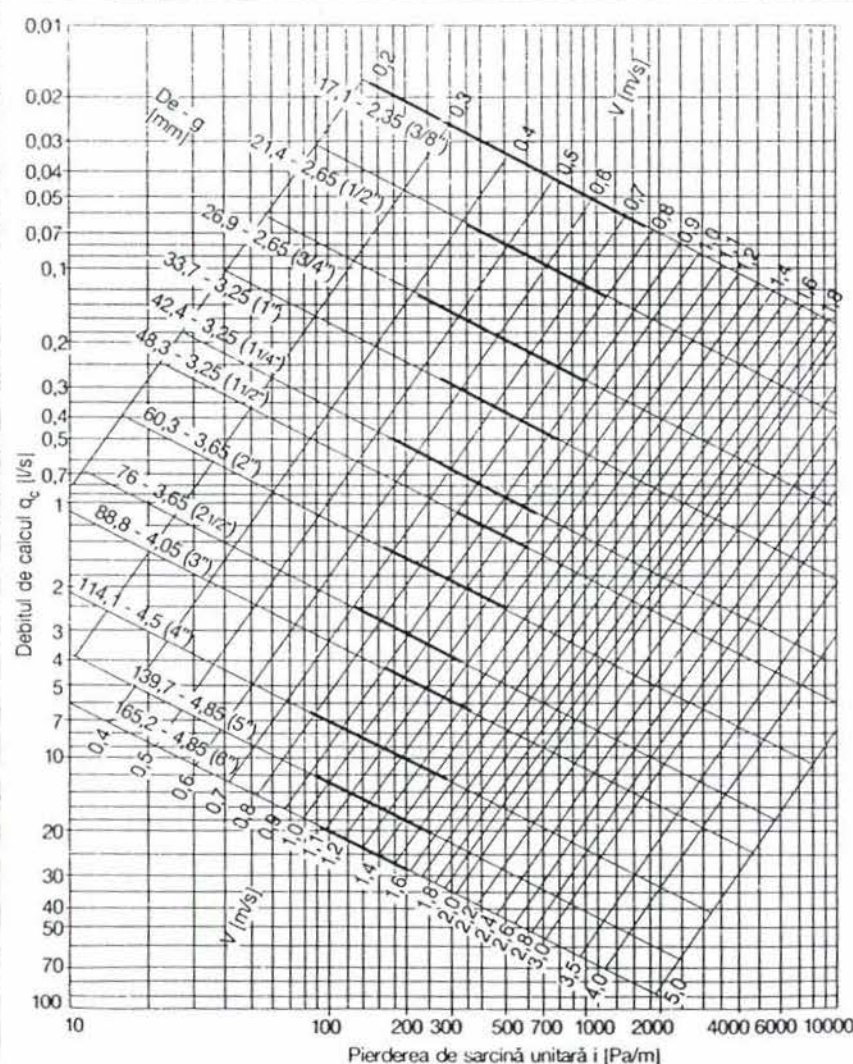


Fig. 2.4.62. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor cu țevi din oțel zincat, pentru distribuția apei reci.

$$h_{ri} = M_i Q^2 \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.28)$$

Coeficientul de rezistență hidraulică, λ , este în funcție de regimul de mișcare, precizat prin criteriul (numărul) Reynolds:

$$R_e = \frac{vd}{\nu} \quad (2.4.29)$$

unde ν este coeficientul cinematic de vâscozitate și de rugozitatea relativă $D = k/d$ a suprafeței interioare a rețelului conductei, k fiind rugozitatea absolută (înălțimea medie a asperităților, tabelul 2.4.32).

Relațiile de calcul pentru coeficientul λ au fost stabilite prin numeroase cercetări experimentale. Aceste cercetări au pus în evidență 4 zone de mișcare în conductele sub presiune, cărora le corespund diferite tipuri de relații pentru calculul coeficientului de rezistență hidraulică și anume:

- mișcare laminară prin conducte circulare, pentru

$$R_e = \frac{vd}{\nu} < 2300$$

se aplică relația (Hagen-Poiseuille):

$$\lambda = \frac{64}{R_e} \quad (2.4.30)$$

În regim de mișcare laminară, pierderea de sarcină liniară este direct proporțională cu viteza medie v a curentului de fluid:

$$h_n = \frac{\lambda l v^2}{d} = \frac{64}{R_e} \frac{l v^2}{d} = \frac{64}{\frac{vd}{\nu}} \frac{l v^2}{d} = \frac{64 \nu l v}{d^2} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.31)$$

Trecerea de la mișcare laminară la mișcare turbulentă se face printr-o zonă de tranziție, în care $2300 < R_e < 3500$;

- mișcare turbulentă în conducte hidraulic netede are loc când

$$3500 < R_e < 23 \frac{d}{k}$$

Dintre numeroasele formule stabili-

te pentru calculul coeficientului λ , pentru conductele cu țevi din mase plastice (polietilenă de înaltă densitate, lipropilenă, policlorură de vinil, PVC) recomandă relația (P. A. Konakov):

$$\lambda = \frac{1}{(18 \lg R_e - 1,5)^2} \quad ; \quad (2.4.32)$$

- mișcare turbulentă în conducte hidraulic rugoase, numită și zona pătratică, pentru

$$23 \frac{d}{k} < R_e < 560 \frac{d}{k}$$

pentru conducte cu țevi din oțel, zincate sau negre, se recomandă relația (Colebrook-White):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{R_e \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7 d} \right) \quad (2.4.33)$$

- mișcare turbulentă în conducte hidraulic rugoase, pentru

$$R_e > 560 \frac{d}{k}$$

numită și zona pătratică deoarece, i

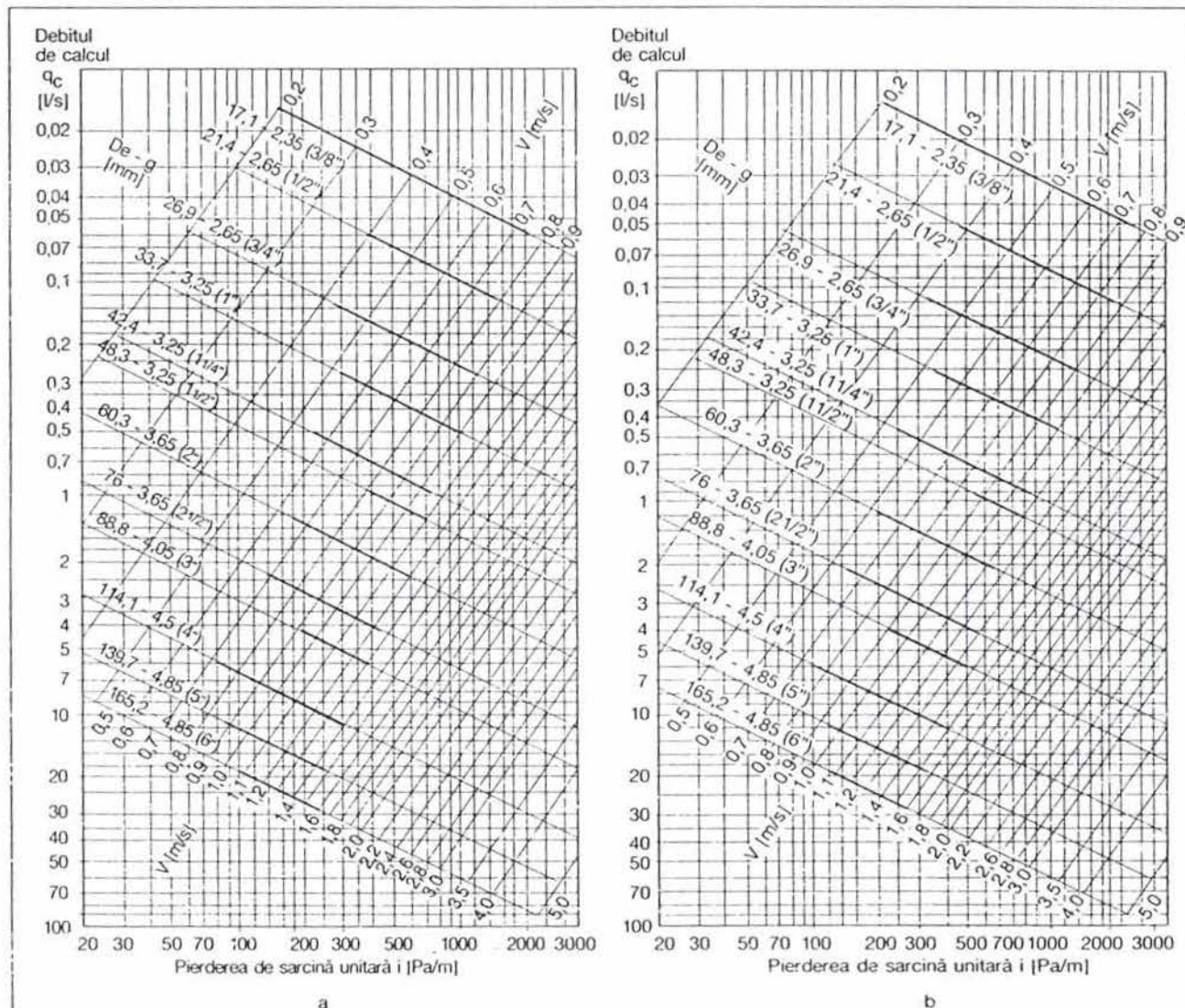


Fig. 2.4.63. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor cu țevi din oțel zincat, pentru distribuția apei calde cu duritatea: a - sub $12^\circ d$ ($k = 0,50$ mm); b - peste $12^\circ d$ ($k = 0,80$ mm).

această zonă de mișcare, pierderea de sarcină liniară crește direct proporțional cu pătratul vitezei medii v a curentului de fluid. Pentru această zonă, în mod normal se aplică relația (Prandtl-Nikuradse):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2 \lg \frac{k}{d} \quad (2.4.34)$$

În practica de proiectare se utilizează, frecvent, nomograme pentru dimensionarea conductelor și determinarea pierderilor de sarcină liniare unitare, trasate pe baza relațiilor de calcul de mai sus, în următoarele condiții:

- valoarea coeficientului de rezistență liniară sau coeficientul lui Darcy λ s-a calculat pe baza relației Colebrook - White;

Pentru conductele din oțel s-au considerat următoarele:

- s-au utilizat țevi din oțel fără sudură, trase sau laminate la cald pentru instalații STAS 403, seria M, cu diametrul mediu calculat între valorile maxime și minime;

- depunerea de piatră pe conductele de apă rece s-a considerat de 1 mm, până la diametrul mediu de 42,4 mm și de 1,5 mm la diametrele peste 42,4 mm (fig. 2.4.62);

- depunerea de piatră pe conductele de apă caldă, la duritatea apei sub 12 grade de duritate [°d], s-a considerat de 1,2 mm, până la diametrul de 42,4 mm și de 2 mm la diametrele peste 42,4 mm (fig. 2.4.63a);

- depunerea de piatră pe conductele de apă caldă, la duritatea apei peste 12 grade de duritate [°d], s-a considerat de 1,5 mm, până la diametrul mediu de 42,4 mm și de 2,5 mm la diametrele peste 42,4 mm (fig. 2.4.63b);

- rugozitatea absolută a conductelor k , s-a considerat de 0,3 mm pentru conductele de apă rece, de 0,5 mm pentru conductele de apă caldă la duritatea apei sub 12 grade de duritate [°d] și de 0,8 mm pentru conductele de apă caldă la duritatea apei peste 12 grade de duritate [°d];

- valoarea R_e s-a calculat pentru un coeficient de vâscozitate cinematică $\nu = 1,154 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, corespunzător temperaturii medii a apei reci de 15 °C și de $0,553 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, corespunzător temperaturii medii a apei calde de 50 °C, condiții de temperatură mai severe pentru a compensa eventuale depuneri de piatră mai mari decât cele considerate.

Pentru conductele din PVC, PE și PP s-au considerat următoarele:

- s-au utilizat țevi din PVC 60 STAS 6675/1,2 (fig. 2.4.64) și PVC 100 DIN 8061/8062 (fig. 2.4.65a și b);

- s-au utilizat țevi din polietilenă PE DIN 8074 (fig. 2.4.66);

- s-au utilizat țevi din polipropilenă PP DIN 8077 (fig. 2.4.67a și b);

- pentru toate țevile din PVC, PE și PP s-au luat diametrele exterioare

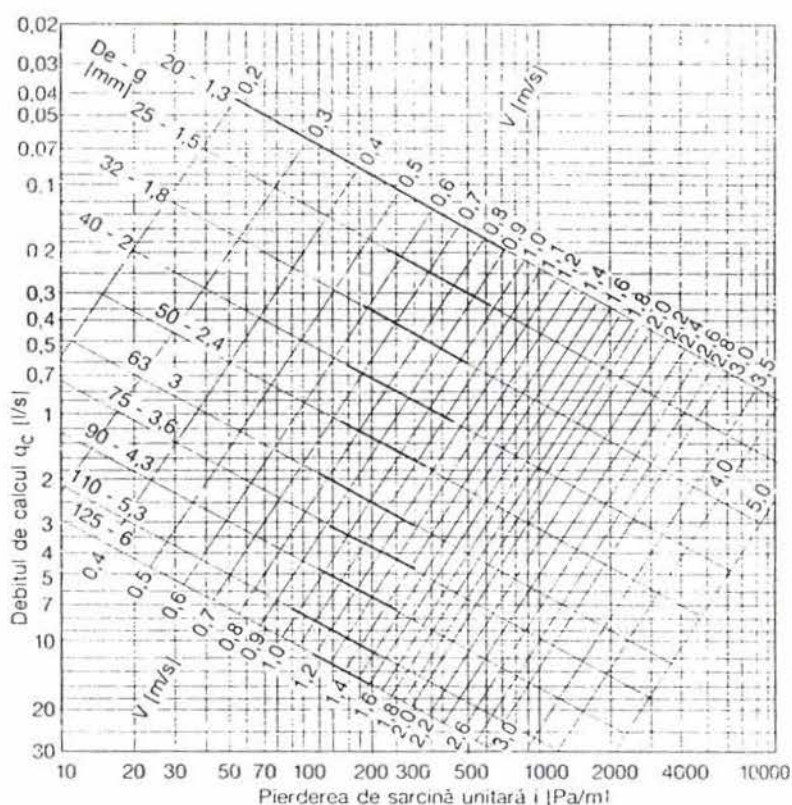


Fig. 2.4.64. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC 60 și 100 cu De 20 - 125 mm, pentru apă rece PN = 6 bar, PVC 60 și PN = 10 bar - PVC 100

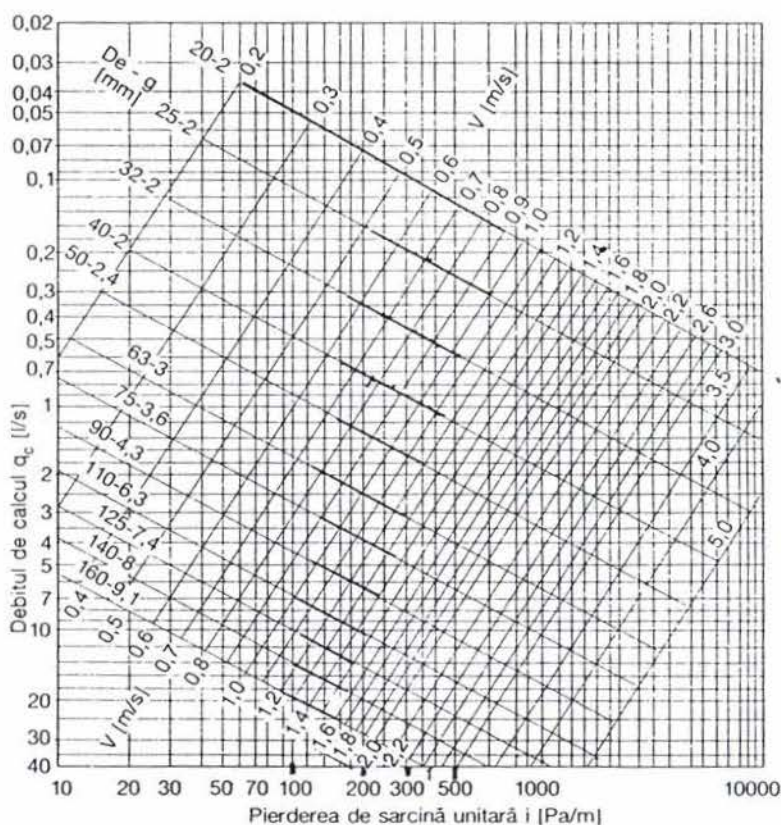


Fig. 2.4.66. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din polietilenă (PE) De 20 - 160 mm pentru apă rece PN = 6 bar.

minime și grosimile pereților maxime;

- rugozitatea absolută a conductelor k este de 0007 mm, fără nici un fel de depunere de piatră;

- valoarea lui R_e s-a calculat pentru un coeficient de vâscozitate cinematică ν de $1,30 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, corespunzător temperaturii medii a apei reci de 15°C și de $0,474 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, corespunzător temperaturii medii a apei calde de 60°C , condiții de temperatură mai puțin severe față de conductele din oțel, având în vedere lipsa depunerii de piatră.

Pe nomogramele din figurile 2.4.62 ...2.4.67 sunt indicate, prin linii îngroșate ale diametrelor, domeniile vitezelor recomandate (tab. 2.4.30).

În aceste nomograme se intră pe ordonată cu debitul de calcul q_c [l/s], al tronsonului de conductă care se dimensionează și se duce o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu prima linie îngroșată de diametru d_n [mm] al conductei (care corespunde vitezei economice), obținându-se un

punct pentru care se citește: pierderea de sarcină liniară unitară i [Pa] și viteza medie v [m/s] ale apei în conductă.

În Anexa II, tabelele 1.1...11.2 sunt date pierderile de sarcină liniară unitare pentru conducte din PVC, PP, PE și oțel zincat.

Pierderile de sarcină locale, h_{rl} , apar în zonele în care curgerea uniformă este perturbată de rezistențele hidraulice locale cum sunt: coturi, schimbări de secțiune, robinete etc. și se determină cu relația:

$$h_{rl} = \sum_{i=1}^k \xi \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (2.4.35)$$

în care:

- ξ_i este coeficientul adimensional de pierdere locală în rezistența hidraulică de tip i (cot, vană etc);

- v - viteza medie a curentului de fluid, considerată de obicei, în aval de rezistența locală.

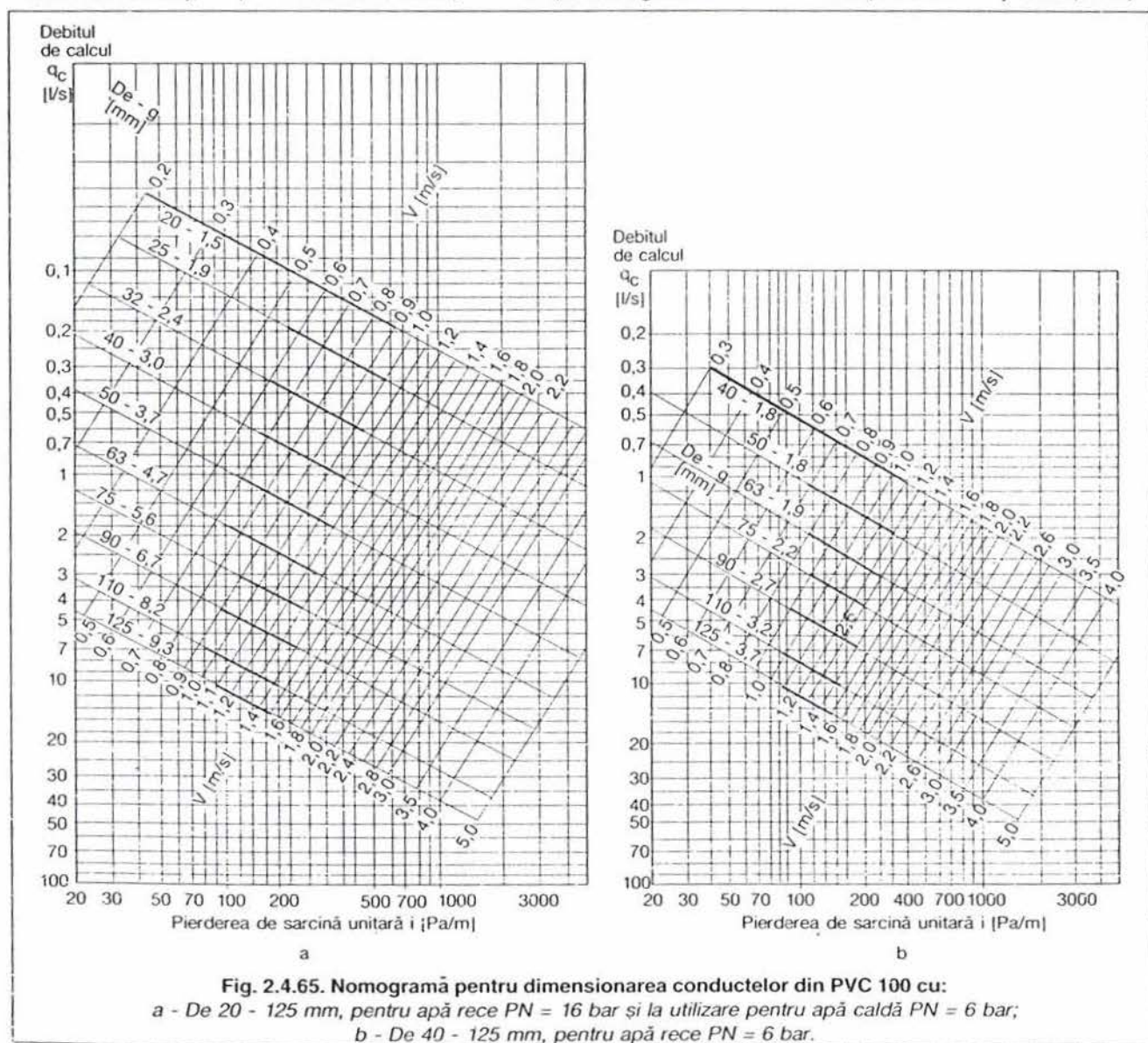
Pentru calculul pierderilor de sarcină locale, se folosește nomograma din fi-

gura 2.4.68, pe care sunt notate și valorile coeficienților ξ_i pentru rezistențele hidraulice uzuale din instalațiile de distribuție a apei reci și, respectiv, apei calde de consum. În nomogramă se intră pe abscisă cu valoarea vitezei v a apei din tronsonul respectiv și ridicând o verticală până la intersecția cu curba $\Sigma \xi_i$ de valoarea calculată, rezultă, pe ordonată, pierderea de sarcină locală h_{rl} .

Exemplul de calcul 1

Se dimensionează conductele instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și 4 etaje și se efectuează calculul pierderilor totale de sarcină și determinarea sarcinii hidrodinamice necesare a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară, cunoscând următoarele date:

- conductele rețelei sunt din PVC60;
- lungimile diferitelor tronsoane de conducte sunt notate pe schema izometrică de calcul a rețelei din figura 2.4.69;
- înălțimea unui etaj este 2,80 m;



- tipurile de armătură (fig. 2.4.69):
L - baterie pentru lavoar, D_n 15; B - baterie pentru baie D_n 15 la prepararea centrală a apei calde; S - baterie pentru spălător D_n 15; R - robinet pentru rezervor de closet D_n 10;

- necesarul specific de apă rece este de 280 l/zi pers.;

- numărul mediu de persoane pentru un apartament este de 2,5;

- gradul de asigurare în alimentarea cu apă este de 99 %;

- regimul de furnizare a apei reci este de 19 h/zi;

- temperatura apei calde de consum este de 60 °C.

Rezolvare

Calculul de dimensionare s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic (tronsoanele 2.1 ... 2.12 coloana M_2), pentru a se stabili sarcina hidrodinamică H_{hec} [Pa], necesară alimentării cu apă rece a tuturor punctelor de consum. Rezultatele calculelor s-au centralizat în tabelul de

calcul 2.4.33 - anexa 2.4.6 care cuprinde 21 de coloane, astfel în:

- col. 1 - s-au trecut numerele tronsoanelor de conducte, începând de la punctul de consum cel mai defavorabil amplasat din punct de vedere hidraulic și până la punctul de racord la rețeaua exterioară (tronsoanele 2.1... 2.12);

- col. 2 - s-au trecut numărul și felul armăturilor de alimentare cu apă, corespunzătoare fiecărui tronson;

- col. 3 - s-a trecut Σnq_{sr} suma debitelor specifice ale robinetelor (tabelul 2.4.24);

- col. 4 - s-au trecut $\Sigma 0,7q_{sb}$ suma debitelor specifice ale bateriilor, redusă cu 0,7;

- col. 5 - s-a trecut $\Sigma nq_s = \Sigma q_{sr} + \Sigma 0,7q_{sb}$, suma coloanelor 3 și 4;

- col. 6 - s-a trecut debitul de calcul q_c ;

- col. 7 - s-au trecut lungimile tronsoanelor l [m], luate din schema de calcul (fig. 2.4.69);

- col. 8, 9 și 10 - s-au trecut: dia-

metrul D_e [mm], viteza medie a apei v [m/s] și panta hidraulică i [Pa/m], determinate cu ajutorul nomogramei din figura 2.4.64;

- col. 11 - s-a trecut pierdere de sarcină liniară $h_{rl} = il$ pe fiecare tronson, obținută prin înmulțirea valorilor corespunzătoare coloanelor 10 și 7 din tabelul 2.4.33 anexa 2.4.6;

- col. 12 - s-a trecut suma pierderilor de sarcină liniară Σil pe traseul dimensionat, adunând succesiv pierderile de sarcină liniară de pe tronsoanele calculate anterior;

- col. 13 - s-a trecut suma coeficienților de pierdere de sarcină locale $\Sigma \xi$, pe fiecare tronson; calculul pierderilor de sarcină locale se găsește în breviarul 2.4.1 (calcul grupa A);

- col. 14 - s-a trecut pierdere de sarcină locală h_{rl} pe fiecare tronson, calculată cu ajutorul nomogramei din figura 2.4.68 cunoscând viteza v de circulație a apei și $\Sigma \xi$ pentru tronsonul respectiv de conductă.

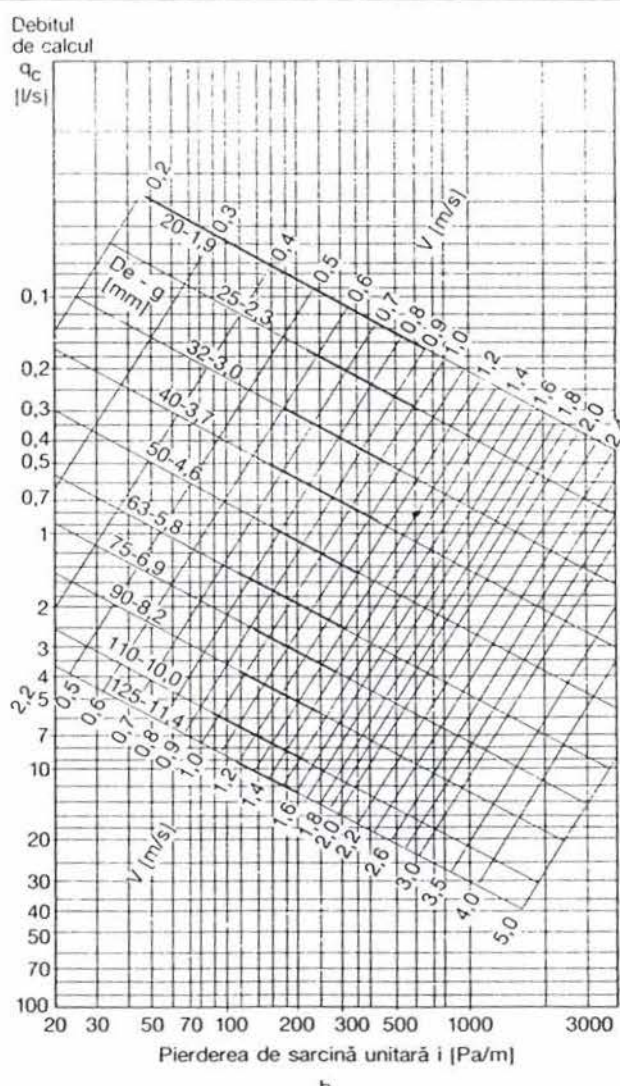
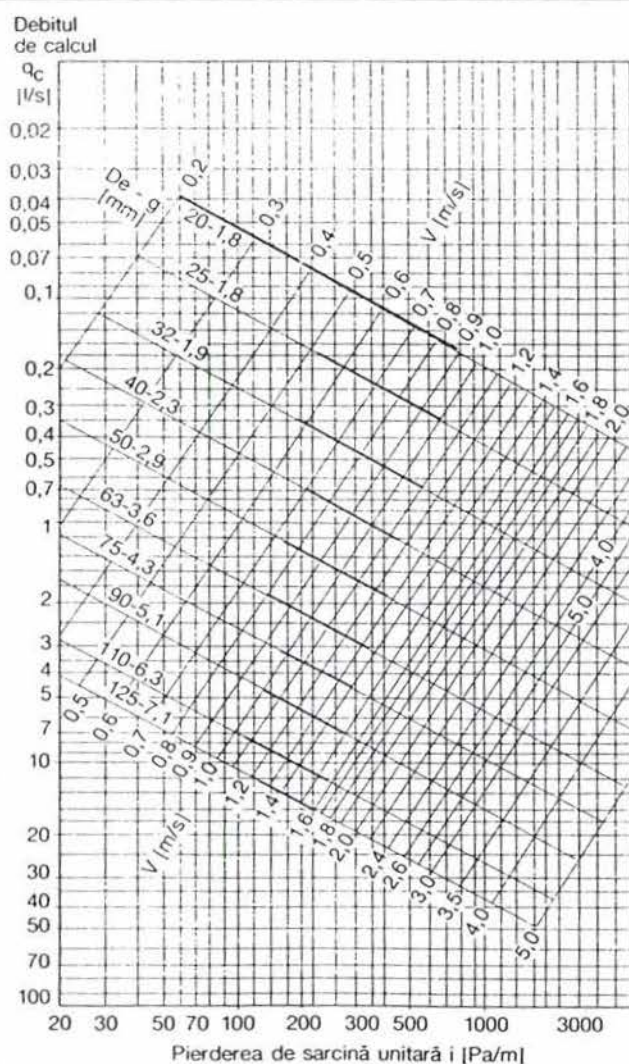


Fig. 2.4.67. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din polipropilenă (PP) De 20 - 125 mm pentru:
a - apă rece, PN = 6 bar; b - apă rece PN 16 = bar și la funcționarea cu apă caldă PN = 6 bar.

Pentru valori ale sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$ diferite de cele notate pe nomograma din figura 2.4.68 se procedează astfel: la aceeași valoare a vitezei v citită pe axa absciselor se adună valorile pierderilor de sarcină locale h_{li} citite pe axa ordonatelor în dreptul valorilor componente $\Sigma \xi_1, \Sigma \xi_2, \dots, \Sigma \xi_n$, care însumate dau valoarea $\Sigma \xi$ pe tronsonul respectiv:

$$\Sigma \xi = \Sigma \xi_1 + \Sigma \xi_2 + \dots + \Sigma \xi_n.$$

- col. 15 - s-a trecut suma pierderilor de sarcină locale pe traseul dimensionat, adunând succesiv pierderile de sarcină locale pe tronsoanele calculate anterior;

- col. 16 - s-a trecut suma pierderilor totale de sarcină pe traseul dimensionat $H_t = \Sigma il + \Sigma h_{li}$, obținută prin însumarea valorilor corespunzătoare din coloanele 12 și 15 din tabelul 2.4.33;

- col. 17 - s-a trecut presiunea de utilizare H_u [Pa], luată din tabelul 2.4.24, iar în coloanele 18 și 19 înălțimea geodezică H_g [mm], respectiv [Pa] corespunzătoare punctului de consum cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație, și anume robinetul R, tronsonul 2.1;

- col. 20 - s-a trecut sarcina hidrodinamică necesară H_{hec} [Pa] în punctul A₃ (fig. 2.4.69) de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă:

$$H_{hecA3} = H_t + H_u + H_g = 31\,237 + 20\,000 + 133\,416 = 184\,653 \text{ Pa} \approx 184,6 \text{ kPa}$$

Calculul hidraulic al traseelor secundare care pornesc din punctele de ramificare A₁ și A₂ ale traseului principal, se efectuează la sarcinile disponibile din aceste puncte și rezultă:

$$H_{disPA1} = 171\,873 \text{ Pa}; H_{disPA2} = 173\,793 \text{ Pa}.$$

Din tabelul 2.4.33 se observă că, prin dimensionare, s-a realizat o bună echilibrare hidraulică a rețelei în punctele de ramificare A₁ și A₂, întrucât diferențele dintre ramuri sunt sub 5 % din valorile sarcinilor disponibile în punctele A₁, respectiv A₂.

Exemplul de calcul 2

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă de consum, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și patru etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei calde în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau:

- schema izometrică de calcul (fig. 2.4.70) pe care sunt notate tipurile de armături cu aceleași semnificații și dimensiuni ca în exemplul de calcul 1, precum și lungimile tronsoanelor rețelei;
- înălțimea unui etaj este de 2,80 m;
- temperatura apei calde de consum este de 60 °C;
- regimul de furnizare a apei calde de consum este de 19 h/zi;

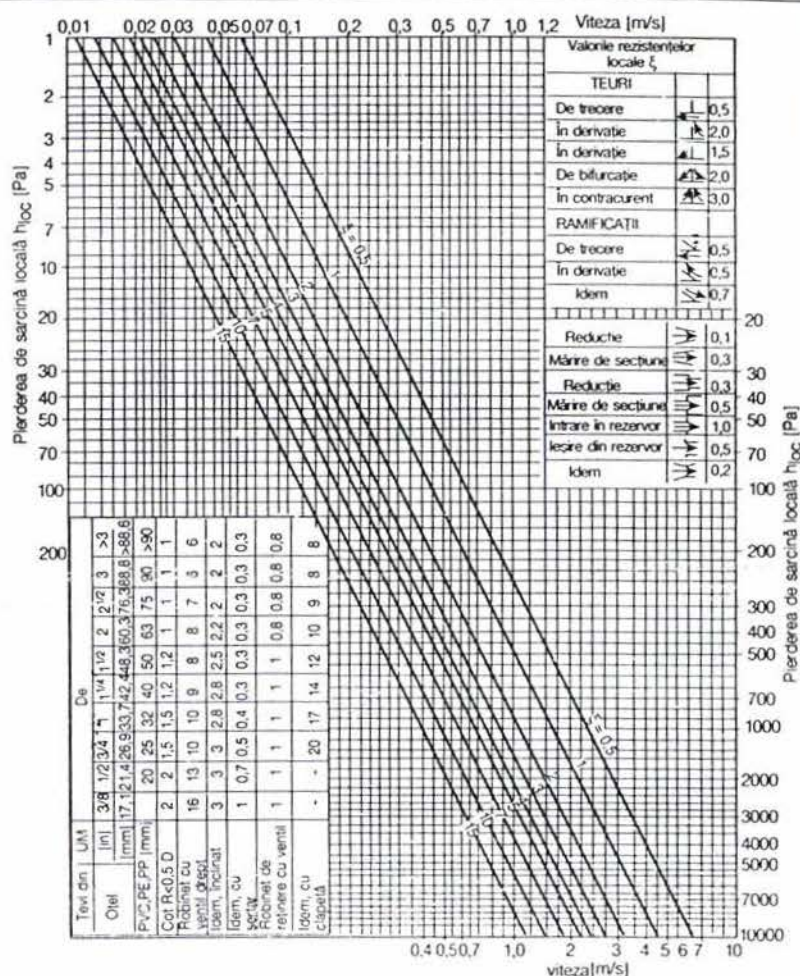


Fig. 2.4.68. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcini locale.

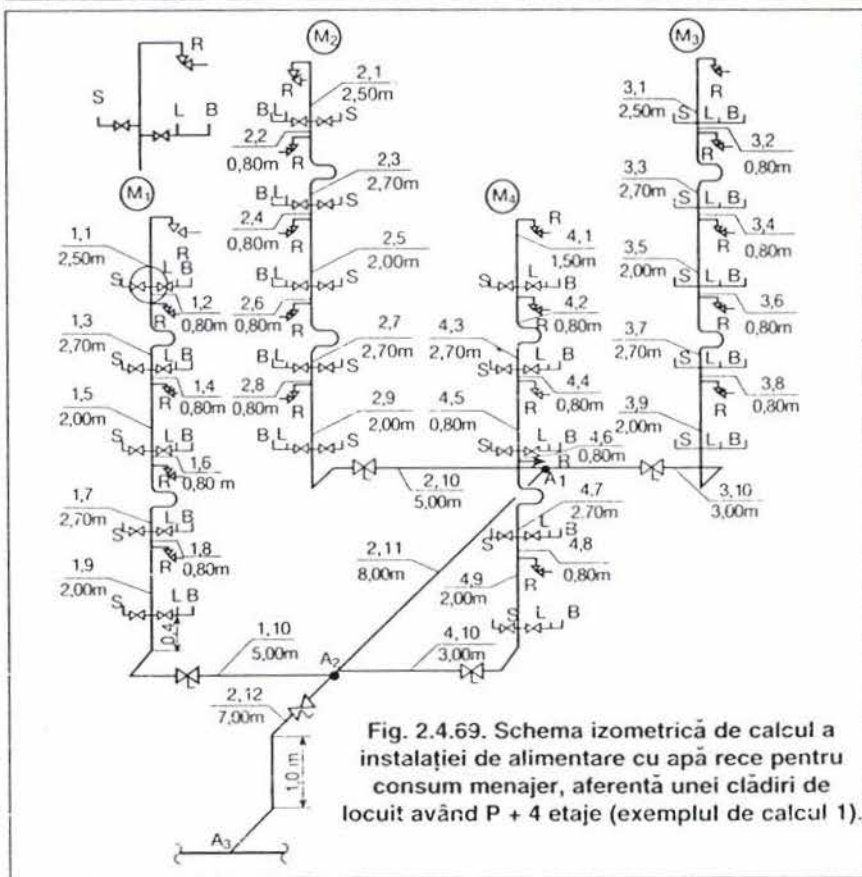


Fig. 2.4.69. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 1).

- necesarul specific de apă caldă este de 110 l/zi pers.;
 - numărul mediu de persoane pentru un apartament este de 2,5;
 - gradul de asigurare în alimentarea cu apă este de 99 %;

- instalația se execută cu țevi din PVC 100;
 - tipurile de armături (fig. 2.4.70):
 L - baterie pentru lavaz, D_n 15; S - baterie pentru baie D_n 15; S - baterie pentru

spălător D_n 15.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 2.1 ... 2.9 de alimentare cu apă caldă; a punctului de consum B de pe tron-

Breviar 2.4.1. Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale, în ex. de calcul, 1 (grupa A) și 2 (grupa B)

Tronson 2.1:		Tronsoane 2.10; 3.10:		(A)
2 coturi D _e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0	2 coturi D _e 32 mm	2 x 1,5 = 3,0	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16,0 = 16,0	1 robinet cu ventil drept D _n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0	
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	1 teu în bifurcație	1 x 2 = 2,0	
Total	21,0	Total	15,0	
Tronsoane 2.2; 2.4; 2.6; 2.8		Tronson 2.11:		
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	
Total	0,5	Total	1,0	
Tronson 2.3:		Tronsoane 1.10; 4.10:		
4 coturi D _e 25 mm	4 x 1,5 = 6,0	2 coturi D _e 32 mm	2 x 1,5 = 3,0	
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	1 robinet de ventil drept D _n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0	
Total	7,0	1 teu în derivație	1 x 1,5 = 1,5	
Tronsoane 2.5; 2.9		1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	Total	14,8	
Total	1,0	Tronson 2.12		
Tronson 2.7		2 coturi D _e 40 mm	2 x 1,2 = 2,4	
4 coturi D _e 32 mm	4 x 1,5 = 6,0	1 robinet cu ventil drept D _n 40 mm	1 x 9,0 = 9,0	
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	1 teu în derivație	1 x 1,5 = 1,5	
Total	7,0	Total	12,9	
Tronson 2.1:		Tronson: 2.5;		(B)
1 cot D _e 20,0 mm	1 x 2,0 = 2,0	2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 1,0	Total	1,0	
Total	2,5	Tronsoane 2.7; 3.7:		
Tronson 2.2:		2 coturi D _e 25 mm	2 x 1,5 = 3,0	
1 robinet cu ventil drept D _e 20,0 mm	1 x 13 = 13	1 robinet cu ventil drept D _n 25 mm	1 x 10 = 10,0	
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0	1 teu în bifurcație	1 x 2 = 2,0	
Total	15,0	Total	15,0	
Tronsoane 2.3, 2.8:		Tronsoane 1.7; 4.7:		
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	2 coturi D _e 25,0 mm	2 x 1,5 = 3,0	
1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	1 robinet cu ventil drept D _n 25 mm	1 x 10 = 10,0	
Total	1,3	1 teu de derivație	1 x 1,5 = 1,5	
Tronsoane 2.4; 2.6:		Total	14,5	
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0	Tronson 2.9:		
4 coturi D _n 25 mm	4 x 1,5 = 6,0	2 coturi D _e 40 mm	2 x 1,2 = 2,4	
Total	7,0	1 robinet cu ventil drept D _n 40 mm	1 x 9 = 9,0	
		1 teu în bifurcație	1 x 1,5 = 1,5	
		Total	12,9	

Breviar 2.4.2. Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale, în ex. de calcul 3 grupa C

Tronson 1.1:		Tronson 1.7:		(C)
2 coturi D _e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0	4 coturi D _e 40 mm	4 x 1,2 = 4,8	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16,0 = 16,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	Total	5,3	
Total	20,5	Tronson 1.11:		
Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.6:		4 coturi D _e 40 mm	4 x 1,2 = 4,8	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 1,5	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	Total	5,3	
Total	0,8	Tronson 1.12:		
Tronson 1.4; 1.8; 1.9; 1.10; 1.13		2 coturi D _e 40 mm	2 x 1,2 = 2,4	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu sertar D _n 40 mm	1 x 0,3 = 0,3	
Total	0,5	1 teu de trecere	0 x 0,5 = 0,5	
Tronson 1.5:		1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	
1 cot D _e 32 mm	1 x 1,5 = 1,5	Total	3,5	
1 robinet cu ventil drept D _n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0	Tronson 1.14:		
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	2 coturi D _e 50 mm	2 x 1,2 = 2,4	
Total	12,0	1 robinet cu sertar D _n 50 mm	1 x 0,3 = 0,3	
		1 teu în derivație	1 x 2,0 = 2,0	
		Total	4,7	

sonul 2.1, coloana M₂, care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și este redat în tabelul 2.4.34, anexa 2.4.7.

Pentru stabilirea debitelor de calcul s-a utilizat tabelele 2.4.24. și 2.4.27b (anexa 2.4.5).

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.4.65a.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A₃ de racord la rețeaua exterioară este $H_{recA3} = 178322 \text{ Pa}$.

Traseele secundare care pornesc din nodurile A₁ (coloana M₃) și A₂ (coloanele M₁ și M₄) au fost dimensionate la sarcinile disponibile din aceste noduri, realizându-se, prin dimensionare, echilibrarea hidraulică a rețelei de apă caldă.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \zeta$, pe tronsoanele 2.1...2.9, se găsește în breviarul 2.4.1 (grupa B).

Exemplul de calcul 3

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum din interiorul unei școli având parter și 3 etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul din figura 2.4.71 pe care sunt notate tipurile de armături pentru obiectele sanitare: L - baterie pentru lavoar D_n 15; R - robinet pentru rezervor de closet

D_n 10; P - robinet pentru pisoar individual D_n 10, precum și lungimile tronsoanelor de conducte.

Parterul clădirii are cota 0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 4,00 m. Instalația se execută cu țevi din

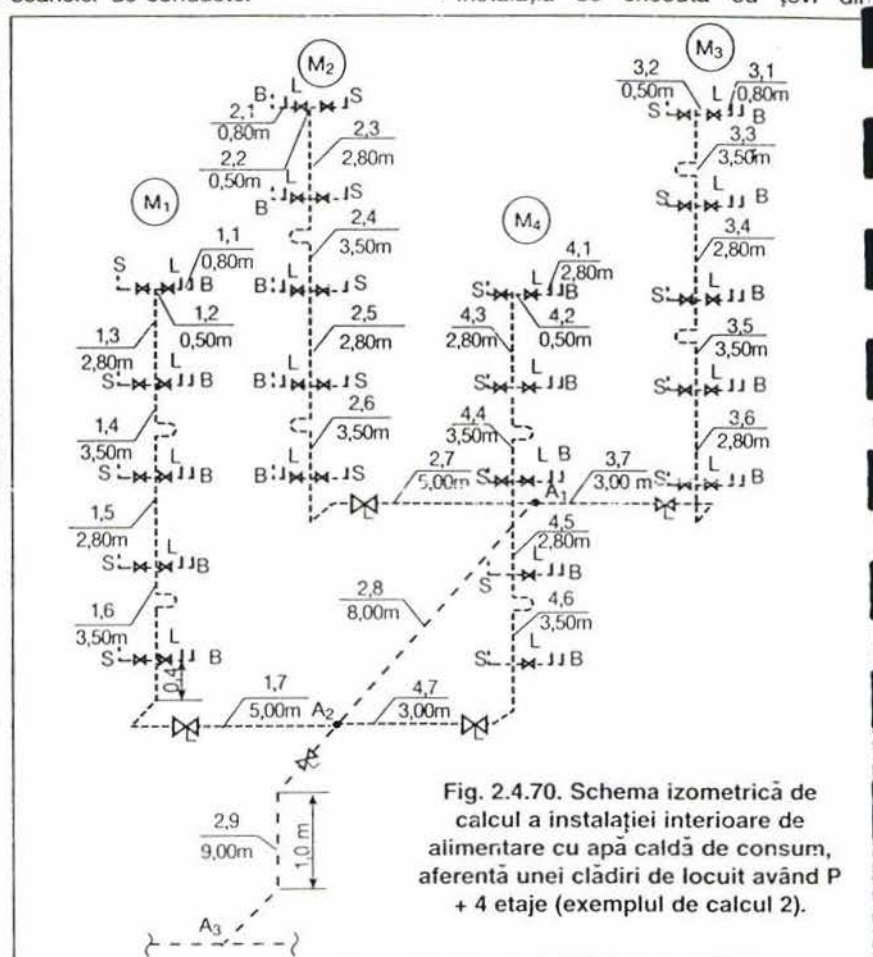


Fig. 2.4.70. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă de consum, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 2).

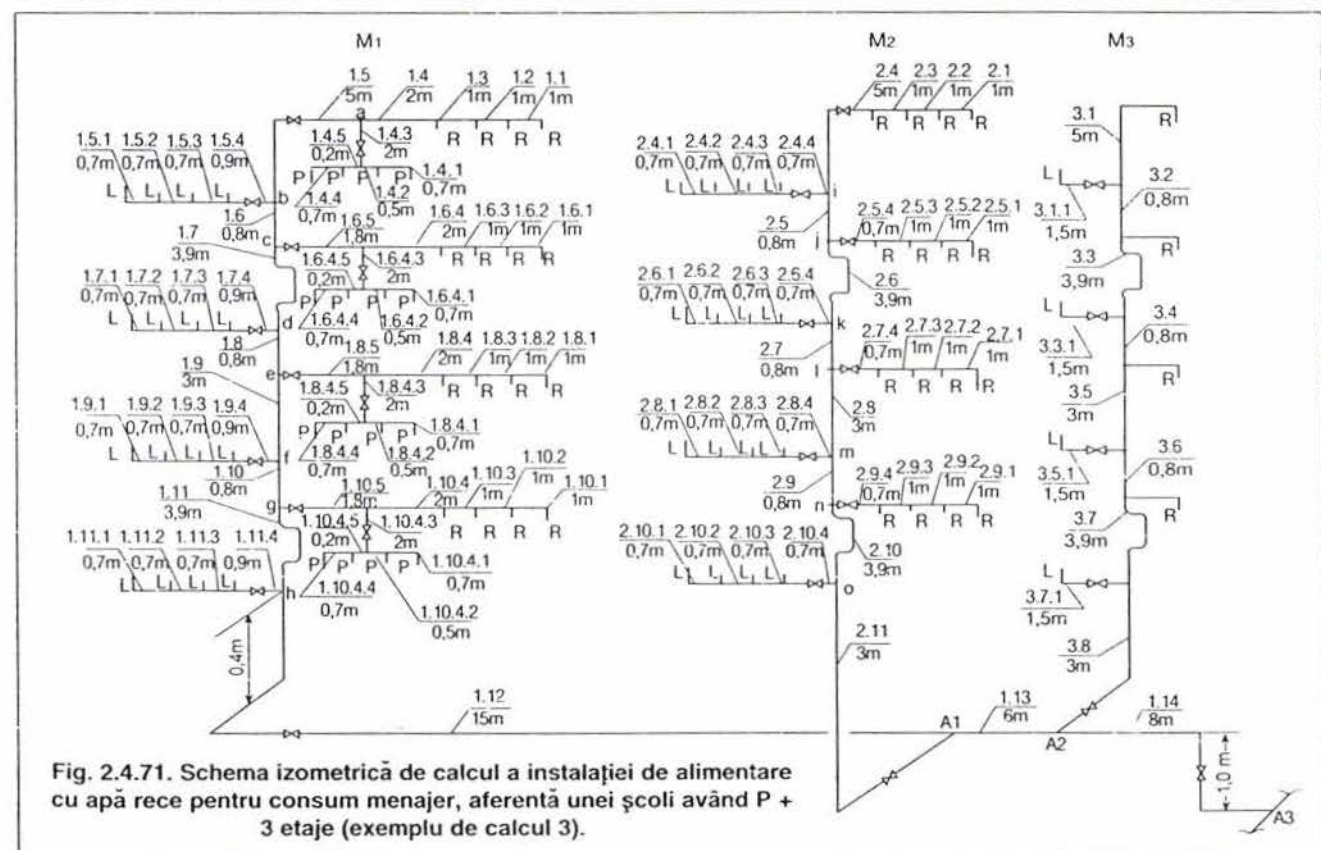


Fig. 2.4.71. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferentă unei școli având P + 3 etaje (exemplu de calcul 3).

PVC 60.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1...1.14 de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (robinetul R de pe tronsonul 1.1, coloana

M₁ - fig. 2.4.71) și este redat în tabelul 2.4.35, anexa 2.4.8.

Debitul de calcul s-a determinat în funcție de suma debitelor specifice Σnq_s , utilizând relația:

$$q_c = 0,6 \sqrt{\Sigma nq_s} \text{ (tab. 2.4.28), iar va-}$$

lorile debitelor de calcul s-au luat din tabelul 2.4.29.

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.4.64.

Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$ pentru tronsoanele 1.1...1.14 s-a făcut folosind figura 2.4.68 (se găsește în breviarul 2.4.2 C)

Breviar 2.4.3. Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale, în ex. de calcul 3 din grupele D și E

Tronson 2.1:		Tronsoane 2.5; 2.7; 2.8; 2.9:		(D)
2 coturi D _e 20,0 mm	2 x 2,0 = 4,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16 = 16,0		Total 0,5	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5			
Total	20,5			
Tronsoane 2.2; 2.3:		Tronsoane: 2.6; 2.10		
1 teu de reducere, cu reducere de secțiune	1 x 0,8 = 0,8	4 coturi D _e 32 mm	4 x 1,5 = 6,0	
Total	0,8	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
		Total	6,5	
Tronson 2.4:		Tronson 2.11:		
1 cot D _e 32 mm	1 x 1,5 = 1,5	1 cot D _e 40 mm	1 x 1,2 = 1,2	
1 robinet cu ventil drept D _n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0	1 robinet cu ventil drept D _n 40 mm	1 x 9 = 9,0	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
Total	12,0	Total	10,7	
Tronson: 3.1:		Tronsoane 3.4; 3.5; 3.6:		(E)
1 cot D _e 20,0 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16 = 16,0		Total 0,5	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5			
Total	18,5			
Tronson 3.2:		Tronson 3.7:		
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	4 coturi D _e 25 mm	4 x 1,5 = 6,0	
1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
Total	0,8	Total	6,5	
Tronson: 3.3		Tronson: 3.8:		
4 coturi D _e 25 mm	4 x 1,5 = 6,0	1 cot D _e 32 mm	1 x 1,5 = 1,5	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D _n 32 mm	1 x 9,0 = 9,0	
Total	6,5	Total	10,5	

Breviar 2.4.4. Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale, în ex. de calcul 3 din grupele F, G și H

Tronson: 1.4.1:		Tronson: 2.5.1:		(H)
1 cot D _e 20,0 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 cot D _e 10,0 mm	1 x 2,0 = 2,0	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16 = 16,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5		Total 2,5	
Total	18,5			
Tronson 1.4.2:		Tronson 2.5.2:		
1 teu de bifurcație	1 x 2 = 2,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
Total	2,0	Total	0,5	
Tronson: 1.4.3		Tronson 2.5.3:		
1 teu în derivație	1 x 2,0 = 2,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 robinet cu D _e 20 mm	1 x 13 = 13,0	1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	
Total	15,0	Total	0,8	
Tronson: 1.5.1:		Tronson: 2.5.4		
1 cot D _e 20,5 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 robinet cu ventil D _n 25 mm	1 x 1,0 = 1,0	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu în derivație	1 x 2,0 = 2,0	
Total	2,5	Total	12,0	
Tronsoane 1.5.2; 1.5.3:		Tronsoane: 1.6.2; 1.6.3:		(G)
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
Total	0,5	Total	0,5	
Tronson: 1.5.4:		Tronson 1.6.4		
1 robinet cu ventil drept D _n 20 mm	1 x 13,0 = 13,0	1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0	1 reducere	1 x 0,3 = 0,3	
Total	15,0	Total	0,8	
Tronson: 1.6.1:		Tronson: 1.6.5:		
1 cot D _e 2,0 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 robinet cu ventil drept D _n 20 mm	1 x 13 = 13	
1 robinet cu ventil drept D _n 10 mm	1 x 16 = 16,0	1 teu derivație	1 x 2 = 2,0	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	Total	15,0	
Total	18,5			

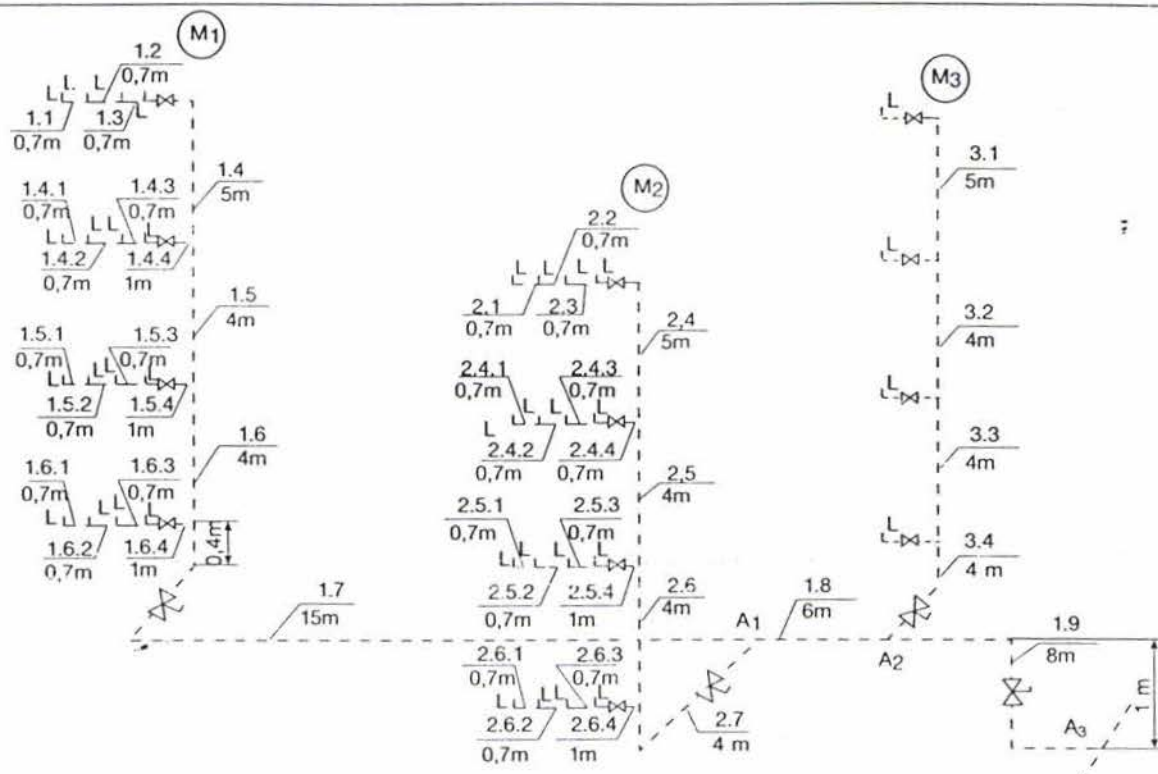


Fig. 2.4.72. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă de consum, aferentă unei școli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 4).

Breviar 2.4.5. Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale, în ex. de calcul 4 din grupa I

Tronson: 1.1:			
1 cot D_e 17,1 mm	$1 \times 2,0 = 2,0$		
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 2,8		
Tronsoane 1.2; 1.5; 1.8:			
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
	Total 0,5		
Tronsoane: 1.3; 1.6:			
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 0,8		
Tronson: 1.4			
1 cot D_e 26,9 mm	$1 \times 1,5 = 1,5$		
1 robinet cu ventil drept D_n 25 mm	$1 \times 10,0 = 10,0$		
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 12,3		
Tronson 1.7; 2.7:			
2 coturi D_e 33,7 mm	$2 \times 1,5 = 3,0$		
1 robinet cu ventil drept D_n 32 mm	$1 \times 10 = 10$		
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 13,8		
Tronson 1.9:			
2 coturi D_e 42,4 mm	$2 \times 1,2 = 2,4$		
1 robinet cu ventil D_n 40 mm	$1 \times 9,0 = 9,0$		
1 teu în derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$		
	Total 13,4		
Tronson: 2.7:			
1 cot D_e 33,7 mm	$1 \times 1,5 = 1,5$		
1 robinet cu ventil drept D_n 32 mm	$1 \times 10,0 = 10,0$		
1 teu în derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$		
	Total 13,5		
Tronson: 3.1:			
2 coturi D_e 17,1 mm	$2 \times 2,0 = 4,0$		
1 robinet cu ventil D_n 15 mm	$1 \times 16,0 = 16,0$		
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
	Total 20,5		
Tronsoane: 3.2; 3.3:			
1 teu trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 0,8		
Tronson: 3.4:			
1 cot D_e 26,9 mm	$1 \times 1,5 = 1,5$		
1 robinet cu ventil drept D_n 25 mm	$1 \times 1,0 = 1,0$		
1 teu în derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$		
	Total 13,5		
Tronsoane: 1.4.1; 1.5.1; 1.6.1; 2.4.1; 2.5.1; 2.6.1:			
1 cot D_e 17,1 mm	$1 \times 2 = 2,0$		
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
	Total 2,5		
Tronsoane: 1.4.2; 1.5.2; 1.6.2; 2.4.2; 2.5.2; 2.6.2:			
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
1 reducție	$1 \times 0,3 = 0,3$		
	Total 0,8		
Tronsoane: 1.4.3; 1.5.3; 1.6.3; 2.4.3; 2.5.3; 2.6.3:			
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$		
	Total 0,5		
Tronsoane: 1.4.4; 1.5.4; 1.6.4; 2.4.4; 2.5.4; 2.6.4:			
1 robinet cu ventil drept D_e 21,4 mm	$1 \times 13 = 13$		
1 teu în derivație	$1 \times 2 = 2$		
	Total 15		

Din tabelul 2.4.35 (anexa 2.4.8) rezultă sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației interioare, determinată în punctul A₃ (fig. 2.4.71) de racord la rețeaua exterioară este $H_{necA3} = 213363$ Pa.

Calculul hidraulic al traseului secundar care pornește din nodul A₁ (fig. 2.4.71) s-a efectuat la sarcina hidrodinamică disponibilă $H_{dispA1} = 198303$ Pa, folosind vitezele economice.

Calculul sumei coeficienților de pierderi locale de sarcină $\Sigma \xi$, pe tronsoanele 2.1...2.11, se găsește în breviarul 2.4.3 D.

Traseul secundar care pornește din nodul A₂ a fost echilibrat hidraulic prin dimensionare, rezultând o sarcină hidrodinamică efectivă $H_{efectivA2} = 196937$ Pa față de $H_{dispA2} = 199683$ Pa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$, pe tronsoanele 3.1...3.8, se găsește în breviarul 2.4.3 E.

Calculul hidraulic al tronsoanelor 1.4.1; 1.4.2 și 1.4.3 care pornesc din nodul a (fig. 2.4.71) s-a efectuat la $H_{disp,a} = 24855$ Pa, rezultând $H_{efectiv,21} = 23216$ Pa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$, pe tronsoanele 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, se găsește în breviarul 2.4.3 F.

Ramificațiile care pornesc din nodurile b, c și i s-au dimensionat la sarcinile (presiunile) disponibile din aceste noduri (tab. 2.4.35 anexa 2.4.8) și la vitezele maxime admise ale apei.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$, pe tron-

soanele ramificațiilor care pornesc din nodurile b și c (fig. 2.4.71), se găsește în breviarul 2.4.4 G, iar pentru cele care pornesc din nodul j se găsește în breviarul 2.4.4 H.

Tronsoanele 2.4.1...2.4.4 ale ramificației care pornește din nodul i (fig. 2.4.71) se dimensionează la $H_{disp,i} = 59622$ Pa. Diametrele tronsoanelor ramificațiilor care pornesc din nodurile k, m și o au aceleași valori ca și cele ale tronsoanelor similare ale ramificației care pornește din nodul i.

Sumele coeficienților de pierderi de sarcină locale pe tronsoanele 2.4.1...2.4.4 au aceleași valori ca și pe tronsoanele 1.5.1...1.5.4.

Tronsoanele 2.5.1...2.5.4 ale ramificației care pornește din nodul j (fig. 2.4.71) au fost cele dimensionate la $H_{disp,j} = 67852$ Pa rezultând $H_{efectiv,j} = 31543$ Pa. Diametrele tronsoanelor ramificațiilor care pornesc din nodurile l și n au aceleași valori ca și tronsoanele similare ale ramificației care pornește din nodul j.

Exemplul de calcul 4

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum din interiorul unei școli având parter și 3 etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul din figura 2.4.72 în care armăturile obiectelor sanitare au aceleași notații și dimensiuni ca în figura 2.4.71 (exemplul de calcul 3).

Pe schema izometrică de calcul sunt notate lungimile tronsoanelor de conduc-

te. Parterul clădirii are cota 0,00. Înălțimea unui etaj este de 4,00 m. Instalația se execută cu țevi din oțel zincate din seria M, având coeficientul de rugozitate absolută $k = 0,50$ mm.

Temperatura apei calde de consum este de 60 °C.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1...1.9 de alimentare cu apă caldă a punctului de consum L de pe tronsonul 1.1, coloana M₁ (fig. 2.4.72), care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, din întreaga instalație, și este redat în tabelul 2.4.36 anexa 2.4.9.

Valorile debitelor de calcul s-au luat din tabelul 2.4.29.

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.4.63a.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A₃ (fig. 2.4.72) de racord la rețeaua exterioară este $H_{nec} = 208314$ Pa.

Traseele secundare care pornesc din nodurile A₁ (coloana M₂, fig. 2.4.72) și A₂ (coloana M₃) au fost dimensionate la sarcinile hidrodinamice disponibile din aceste noduri, realizându-se prin dimensionare, echilibrarea, hidraulică a rețelei (tab. 2.4.36 anexa 2.4.9).

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$ se găsește în breviarul 2.4.5 I.

Anexa 2.4.1 - Tabelul 2.4.20. Tipul și numărul obiectelor sanitare pentru clădirile social-culturale și administrative, în funcție de destinația clădirilor și numărul de persoane

Destinația clădirii	Closețe		Pisoare	Fântâni de băut apă	Băi pentru picioare		Lavoare		Dușuri		Repartiția pe sexe [%]		Observații B-bărbați; b-nr.B F-femei; f-nr. F n-nr. B+F
	B	F			B	F	B	F	B	F	B	F	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Clădiri administrative birouri: - pentru un număr de persoane de același sex de max. - 15 - 25 - 40 - 60 - 85 - 115 - 150 - 190 - 250	1 1 1-2 2 2 2-3 3 3-4 4	2 2-3 3-4 4-5 5 6-7 7-8 8-9 10	1 1-2 2 2-3 3 4 4-5 5 6	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	2 2-3 3 3-4 4 5 6 7 8	2 2-3 3-4 4-5 5 6-7 7-8 8-9 10	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	Repartiția pe sexe se stabilește prin tema de proiectare (fig. 2.4.53a)
Clădiri de cultură: - teatre, săli polivalente, cluburi cu săli de spectacole; - pentru un număr de spectatori de același sex de max.: - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 - 500 - 600 - pentru artiști la un nr. de persoane de același sex de max.: - 15 - 25 - 40 - 60 - 85 - 115 - 150 - 190 - 250	2 3 4 5 6 7 8	4 6 9 12 15 17-18 20	2 3 5 7 9 10-11 12	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	2 3 4 5 6 7 8	4 5 7 9 10 12-13 14	- - - - - - -	- - - - - - -	50 50	50 50	(fig. 2.4.53b)
- pentru artiști la un nr. de persoane de același sex de max.: - 15 - 25 - 40 - 60 - 85 - 115 - 150 - 190 - 250	1 1-2 1-2 2 2-3 3 3-4 4	2 2-3 3-4 4-5 5-6 6-7 7-8 8-9 10	1 1-2 2 2-3 3-4 3-4 4-5 5 6	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	1 1-2 2 2-3 3-4 4 4-5 5 6	2 2-3 3-4 4-5 5-6 6-7 7-8 8-9 10	b/5 sau b/8	f/5 sau f/8	50 50	50 50	Pentru dușuri cu cabine separate, se ia în calcul valoarea 5 Pentru dușuri fără cabine separate, se ia în calcul valoarea 8. (fig. 2.4.53c)
Clădiri de cultură - cinematografe cu un număr de locuri de max.: - 100 - 200 - 300 - 400 - 500 - 600	1 1-2 1-2 2 2 2	2 3-4 4-5 5 5-6 6	1 2 2-3 3 3-4 4	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	1 1-2 2 2-3 3 3	2 2-3 3 3-4 4 4	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	- - - - - -	(fig. 2.4.53d)
Clădiri comerciale de alimentație publică restaurante, cantine; - pentru consumatori, la un nr. de persoane de același sex: - 15 - 25 - 40 - 60 - 85 - 115 - 150 - 190 - 250 - pentru personal, la un nr. de persoane de același sex de max.: - 5 - 10 - 20 - 30	1 1-2 2 2 2-3 3 3-4 3-4 4	2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 1-2 2 3 3-4 4 4-5 5-6 6	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	1 1-2 2 2-3 3 3-4 4-5 5	2 2-3 3 4-5 5 6 6-7 7	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	(fig. 2.4.54a)
- pentru personal, la un nr. de persoane de același sex de max.: - 5 - 10 - 20 - 30	1 1-2 1-2 2	2 2-3 3-4 4	1 1-2 2 2	- - - -	- - - -	- - - -	1 1-2 2 2-3	1 1-2 2-3 3	b/10 f/10	f/10	25 75	75	(fig. 2.4.54b)

Anexa 2.4.1 - Tabel 2.4.20 - continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
- 40	2-3	4-5	2-3	-	-	-	2-3	3-4	-	-	-	-	-
- 60	2-3	5-6	3	-	-	-	3-4	4	b/10 f/10	25	75	-	-
- 80	3	6-7	3-4	-	-	-	3-4	4-5	-	-	-	-	-
- 100	3	7	4	-	-	-	4	5	-	-	-	-	-
Clădiri pentru cazare:													
- cămine și internate având obiectele sanitare în grupuri sanitare:	b/20	f/10	b/20	-	b/30	f/30	b/7	f/7	b/10 f/10	-	-	-	-
- cămine și internate cu lavoare la fiecare cameră:	b/20	f/10	b/20	-	b/30	f/30	b/30	f/30	b/10 f/10	-	-	-	-
- cămine și internate cu grupuri sanitare în fiecare cameră:	b/10	f/10	-	-	-	-	b/5	f/5	b/10 f/10	-	-	-	-
Clădiri de turism:													
- hoteluri cu grupuri sanitare pe nivel și lavoar în cameră:	b/20	f/10	b/20	-	-	-	b/30	f/30	b/10 f/10	-	-	-	-
- hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de cazare	În afara camerelor de baie aferente camerelor de cazare, la fiecare nivel se prevede câte un grup sanitar cu closet și lavoar, separat pentru bărbați și femei												
Clădiri de sănătate:													
- creșe	-	f/20	-	-	-	-	-	f/20	-	f/10	-	-	-
• pentru personal	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin tema de proiectare												
• pentru copii													
- spitale													
• pentru personal:	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	b/10 f/10	-	-	-	-
• pentru bolnavi	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin tema de proiectare												
- băi publice:													
• pentru public	b/100	f/35	b/50	-	-	-	b/50	f/50	-	-	-	-	-
• pentru personal:	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	-	-	-	-	-
Clădiri de învățământ preșcolar: grădinițe:													
- pentru un număr de copii de max.:													
- 25	3	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-
- 50	6	-	-	-	-	-	6	5	-	-	-	-	-
- 75	9	-	-	-	-	-	9	7	-	-	-	-	-
- 100	12	-	-	-	-	-	12	9	-	-	-	-	-
- 150	16	-	-	-	-	-	16	12	-	-	-	-	-
- 200	20	-	-	-	-	-	20	15	-	-	-	-	-
- 250	23	-	-	-	-	-	23	18	-	-	-	-	-
- 300	25	-	-	-	-	-	25	20	-	-	-	-	-
- pentru personal	-	f/20	-	-	-	-	-	f/20	-	f/15	-	-	-
Clădiri de învățământ superior, școli:													
- pentru un număr de elevi de max.:													
- 50	2	5	3	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-
- 100	3	8	5	2	-	-	4	4	-	-	-	-	-
- 150	4	11	7	3	-	-	5	5	-	-	-	-	-
- 200	5	13	8	4	-	-	6	6	-	-	-	-	-
- 250	5-6	15	9-10	4-5	-	-	7	7	-	-	-	-	-
- 300	6	17	11	5	-	-	8	8	-	-	-	-	-
- 350	7	18-19	11-12	5-6	-	-	8-9	8-9	-	-	-	-	-
- 400	7	20	13	6	-	-	9	9	-	-	-	-	-
- 450	7-8	21	13-14	6-7	-	-	9-10	9-10	-	-	-	-	-
- 500	8	22	14	7	-	-	10	10	-	-	-	-	-

Pentru medici se prevede câte un grup sanitar dotat cu closet, lavoar și dus, separat pentru bărbați și femei, la fiecare nivel

Repartiția pe sexe se stabilește prin tema de proiectare
Numărul căzilor de baie și al dușurilor precum și repartiția pe sexe se fixează prin temă.

Grupuri sanitare sunt comune pentru copii de ambele sexe. Cifrele se referă la copii pe un nivel.
Bateriile pentru duș trebuie să fie cu tub flexibil. La oficiu se prevede un spălător. (fig. 2.4.55a)

La cabinetul medical se prevede un lavoar
Valorile înscrise sunt valabile pentru elevi de același sex, pentru același grup sanitar

Repartiția pe sexe se stabilește prin tema de proiectare

(fig. 2.4.55b)

Anexa 2.4.1 - Tabel 2.4.20 - continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
- săli de gimnastică și ateliere de școală	b/60	f/20	b/30	n/50	-	-	b/10	f/10	b/10	f/10	-	-	
- pentru cadre didactice și personal administrativ	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	-	-	-	-	
Clădiri și amenajări sportive:													
- săli și terenuri de sport, stadioane:													
- pentru un număr de locuri de max.:													
- 500	2	2	3	1	-	-	1	1	-	-			
- 1000	4	4	6	2	-	-	2	2	-	-			
- 2000	6	7	12	4	-	-	3	3	-	-			
- 3000	8	10	17	6	-	-	3	3	-	-			
- 4000	10	12	22	8	-	-	4	4	-	-	70	30	(fig. 2.4.56a)
- 5000	12	14	25	10	-	-	4	4	-	-			
- 6000	13	15	29	11	-	-	4	4	-	-			
- 7000	14	16	32	12	-	-	5	5	-	-			
- 8000	16	18	35	14	-	-	5	5	-	-			
- 9000	17	19	38	15	-	-	6	6	-	-			
- 10000	18	20	40	16	-	-	6	6	-	-			
- pentru sportivi	b/60	f/20	b/30	n/50	b/30	f/30	b/10	f/10	b/5-12	f/5-12	55	45	La stabilirea numărului de dușuri se ține seama de felul activității sportive, durata de efectuare a dușului, precum și de felul cabinelor de dezbrăcare individuale sau comune
Gări (la traficul zilnic de călători)	b/600	f/200	b/300	n/1500	-	-	b/300	f/300	-	-	50	50	
Clădiri pentru unități productive:													
- pentru un număr de muncitori într-un schimb max.													
- 25	1	2	1	1	-	-							Cifrele se referă la numărul muncitorilor de același sex, pt. un grup sanitar.
- 50	2	4	2	2	-	-							
- 100	3	7	4	4	-	-			Conform				
- 150	4	9-10	5-6	5	-	-			tabelului 2.4.21				
- 200	5	12	7	6	-	-							
- 250	6	13-14	7-8	7	-	-							(fig. 2.4.56 b)
- 300	6-7	15	8-9	8	-	-							
- 350	7-8	16-17	9-10	8-9	-	-							
- 400	8	18	10	9	-	-							
- 450	8-9	19	10-11	9-10	-	-							
- 500	9	20	11	10	-	-							

Observații:

- Numărul de closete pentru femei va fi egal cu numărul de closete pentru bărbați plus numărul de pisoare, în cazul în care sunt date câte două valori la unele din aceste obiecte sanitare.
- Pentru clădirile cu destinație specială, neasimilabile uneia din categoriile de clădiri din tabelul 2.4.20, determinarea felului și numărului obiectelor sanitare se face pe baza indicațiilor din tema de proiectare sau a cerințelor investitorului.
- Prin tema de proiect se poate stabili o altă repartitie pe sexe a persoanelor, în funcție de specificul funcțional al clădirii.
- Pentru un număr intermediar de persoane, numărul obiectelor sanitare se calculează prin interpolare liniară.
- Pentru un număr de persoane mai mare, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrându-se proporționalitatea corespunzătoare celui mai mare număr de persoane înscris în tabelul 2.4.20.
- Pentru un număr de persoane mai mic, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrându-se proporționalitatea corespunzătoare celui mai mic număr de persoane înscris în tabelul 2.4.20, numărul minim de obiecte fiind 1.
- În cazurile în care grupurile de dușuri sunt montate separat de closete, se prevede în plus câte 1 closet la fiecare 10 dușuri.
- În cazurile în care grupurile de closete sunt montate separat de grupurile de lavoare, se prevede suplimentar câte 1 lavoar la fiecare 5 closete, dar minimum 1 lavoar la 1 closet.
- La fiecare nivel al clădirii, cu excepția celor de locuit, se prevede o chiuvetă care se amplasează în grupul sanitar sau într-o încăpere destinată materialului gospodăresc. La clădirile de locuit se recomandă să se prevadă chiuvete cu apă rece și caldă, câte o chiuvetă la 4 - 5 niveluri, pentru întreținerea părților comune.
- În camerele de colectare a gunoierului se recomandă să se prevadă câte 1 chiuvetă cu robinete dublu serviciu de apă rece și caldă, în cazul în care în aceste camere nu există pericolul de îngheț.
- În întreprinderi cu peste 25 femei pe schimb, se amenajează la vestiare, încăperi destinate igienei intime a femeilor. Aceste încăperi se prevăd cu instalații de spălare cu jet ascendent sau duș mobil, cu apă rece și caldă; de la 100 femei în sus, o astfel de instalație, completată cu câte 1 lavoar și 1 closet se prevede la fiecare 50 femei.

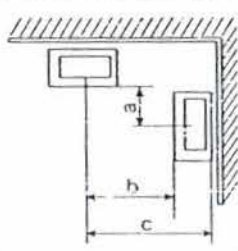
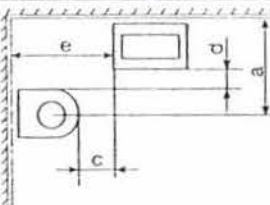
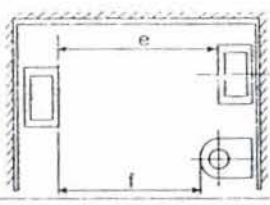
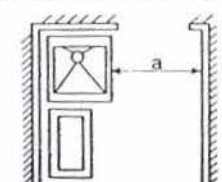
Anexa 2.4.2 - Tabelul 2.4.22. - Înălțimile de montare a obiectelor sanitare, armăturilor acestora și accesoriilor (conform STAS 1504)

Nr. crt.	Denumirea obiectului sanitar, a armăturii sau a accesoriilor obiectelor sanitare	Înălțimea de montare [mm]	Observații
0	1	2	3
1.	Lavuar: - pentru copii până la 4 ani - pentru copii de la 4 la 6 ani - pentru copii de la 6 la 11 ani - pentru copii peste 11 ani și adulți - robinet sau baterie montată pe perete - oglindă - etajeră - portprosop montat lângă lavoar - portprosop montat pe peretele din fața lavoarului - săpunieră	450 600 700 800 100...200 500 400 750 1400...1500 300...1400	- - - - - de la fața superioară a lavoarului, în axa lui; - de la fața superioară a lavoarului la latura inferioară a oglinzii, în axa lavoarului; - de la fața superioară a lavoarului la partea inferioară a etajerei, în axa lavoarului; - se montează la dreapta sau la stânga lavoarului la 50 - 100 mm de la partea laterală a lavoarului; - la minimum 50 mm de la peretele lateral; - se montează la dreapta sau la stânga lavoarului la 50-100 mm de la partea laterală a lavoarului;
2.	Baie pentru adulți: - cada de baie - bateria de perete pentru baie - para dușului fix - săpunieră - mâner de baie	max 625 100...125 2100 750...850 750...850	- - de la partea superioară a căzii de baie - de la fundul căzii de baie la baza stropitorului - -
3.	Baie fixă pentru copii sugari: - cada de baie - bateria de perete - săpunieră	1000 1100...1150 1150...1250	- - se montează în dreptul ventilului de golire a căzii -
4.	Baie pentru picioare: - cada de picioare - bateria - mâner de baie - săpunieră	350 150...250 1000...1100 500...600	- - de la partea superioară a cuvei și în axul ei - se amplasează în axa cuvei sau lateral - se amplasează în dreapta sau în stânga bateriei
5.	Cadă pentru duș: - cuva - bateria - para dușului fix - mâner de baie - săpunieră	200...300 1200...1300 2100 1200...1300 1200...1300	- - de la fundul căzii de duș, în axa ei - de la fundul căzii de duș la baza stropitorului - -
6.	Dușuri comune: - bateria - para dușului fix - mâner de baie - săpunieră	1200...1300 2100 1300 1300	- - de la partea superioară a grătarului la baza stropitorului - lateral față de baterie, în gabaritul dușului - simetric mânerului de baie, în gabaritul dușului
7.	Bideu	după obiect	-
8.	Chiuveță: - chiuveța - robinet	800 1150	- -

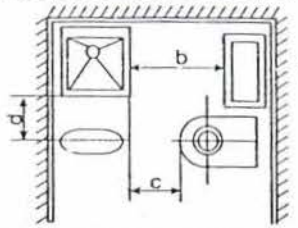
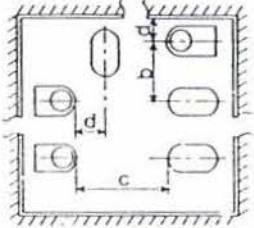
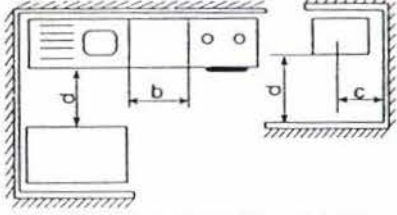
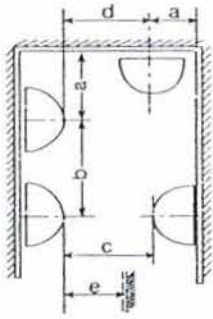
			Anexa 2.4.2 - Tabel 2.4.22 - continuare
0	1	2	3
9.	Spălătoare comune: - spălător - robinet sau baterie	800 900...950	- -
10.	Spălătoare de vase în locuințe: - spălător - baterie de perete	800 200...250	- - de la partea superioară a spălătorului
11.	Spălătoare de vase în restaurante, cantine: - spălător - robinet sau baterie	la înălțimea meselor de lucru 200...250	- - de la partea superioară a spălătorului
12.	Closet cu vas: - vas - rezervor de spălare montat la înălțime - rezervor de spălare montat la semînălțime - mânerul trăgătorului - porthartie	după obiect 2300...2500 1200...1300 1300 750	- - cu asigurarea unui spațiu de minimum 200 mm între partea superioară a rezervorului și plafon - - -
13.	Closet cu tâlpi (turcești): - cuva vasului - rezervor de spălare - mânerul trăgătorului - porthartie	- 2200 1300 750	- closetul se montează sub nivelul pardoselii finite, la minimum 20 mm - cu asigurarea unui spațiu de minimum 200 mm între partea superioară a rezervorului și plafon - -
14.	Pisoar: - pentru copii de la 6 la 11 ani - pentru copii peste 11 ani și adulți	500 650	- de la pardoseală la partea superioară a bazei cuvei, în axul ei
15.	Fântână de băut apă montată pe perete: - pentru copii de la 6 la 11 ani - pentru copii peste 11 ani și adulți	700 850	- pentru fântânile de băut cu picior, înălțimea este dată de obiect -
16.	Scuipătoare de perete	1000	- pentru scuipătorile cu picior înălțimea este dată de obiect
17.	Albie de spălat rufe: - cuva albiei - baterie sau robinet	900 1250	- -

Observație. La distanțele din tabel se admite o abatere de montaj $\pm 5\%$.

Anexa 2.4.3 - Tabelul 2.4.23. Distanțele minime pe orizontală între obiectele sanitare și între acestea și partea finită a pereților (conform STAS 1504)

Nr. crt.	Denumirea obiectului sanitar	Distanța se măsoară		Distanța minimă (mm)		Observații, schemă
		de la:	până la	Fără spațiu de circulație pe lângă persoana care folosește obiectul sanitar	Cu spațiu de circulație pe lângă persoana care folosește obiectul sanitar	
0	1	2	3	4	5	6
1.	Lavoor pentru adulți	axa lavoarului	- peretele lateral - axa altui lavoar - fața laterală a lavoarului de pe alt perete	450 700 $a = 50$ $b = 1000$	1050 - -	 Pentru $a > 1000$, $c \geq 450$
		fața laterală a lavoarului	- fața frontală a closetului sau bideului	pentru $c \geq 600$ $a = 400$	-	
		fața frontală a lavoarului	- fața laterală a closetului sau bideului	$d = 240 - 0,1 c$ pentru $c = 0 \dots 600$, $d = 500$ pentru $e \leq 600$	-	
		fața laterală a lavoarului	- peretele opus - fața frontală a altui lavoar - fața frontală a closetului sau bideului - axa closetului sau bideului	600 $e = 1200$ $f = 500$ 400	1100 $e = 1700$ -	
2.	Lavare pentru copii - până la 4 ani - de la 4 la 6 ani - peste 6	axa lavoarului	- perete lateral - axa altui lavoar - peretele lateral - axa altui lavoar - peretele lateral - axa altui lavoar	300 500 350 600 400 700	900 - 950 - 1000 -	- - - - - -
3.	Cadă de baie pentru adulți	buza căzii de baie	- perete opus - fața frontală a: • lavoarului • closetului • bideului - fața laterală a lavoarului - axa: • closetului • bideului	600 600 500 500 0 400 400	- - - - - -	distanță prescrisă se referă la latura mare a căzii; celelalte laturi se lipește de zidăria de roșu, la căzile înzidite, sau pe rețele finit, la căzile neînzidite se admite depășirea marginii lavoarului peste buza căzii cu 30 mm
4.	Cadă de baie pentru sugari	buza căzii de baie	- perete - buza altei căzi de baie	600 600	1100 -	distanța prescrisă se referă la 3 din laturile căzii; a 4-a se lipește de perete
	Băi pentru picioare	fața frontală a băii axa cuvei	- peretele opus - peretele lateral - axa altei cuve de baie	600 400 700	1100 1000 -	- - -
	Cada de duș	buza căzii de duș	- perete	0	$a = 600$	

Anexa 2.4.3 - Tabel 2.4.23 - continuare

0	1	2	3	4	5	6
	Cada de duș	buza căzii de duș	- fața laterală a lavoarului - fața frontală a lavoarului - fața frontală a closetului, bideului - axa closetului sau bideului - perete (la cabine individuale) - axa altei căzi de duș	0 b = 500 c = 400 d = 300 450 după obiect	-	- se admite depășirea marginii lavoarului peste buza căzii cu 30 mm 
7.	Dușuri comune	axa bateriei sau robinetului	- axa altei baterii sau robinet - perete	900 450	-	-
8.	Cazan de baie	partea laterală a cazanului	- perete - fața frontală a lavoarului, closetului sau bideului - buza căzii de baie sau a dușului - axa: • lavoarului • closetului • bideului	100 800 80 500 600 600	-	-
9.	Closet sau bideu	axa closetului sau bideului fața frontală a closetului sau bideului	- perete - axul altui bideu sau closet - fața frontală a altui bideu sau closet - axul altui bideu sau closet - perete	d = 400 b = 600 c = 500 d = 500 600	-	 sau ușe cu deschidere exterioară sau conducte verticale
10.	Spălător de vase sau chiuvetă	fața laterală a spălătorului sau chiuvetei axul chiuvetei sau cuvei spălătorului fața frontală a spălătorului sau chiuvetei	- perete - masa de pregătit - mașina de gătit - perete - perete sau mobilier	0 0 b = 350 c = 400 d = 600	- - - 1100	
11.	Spălătoare comune	axa bateriei sau robinetului	- axa altei baterii - perete	750 450	-	-
12.	Pisoare pentru copii de la 6 la 11 ani pentru copii peste 11 ani și adulți	axa pisoarului fața frontală a pisoarului axa pisoarului fața frontală a pisoarului	- perete - axa altui pisoar - perete - fața frontală a altui pisoar - axa altui pisoar - perete - axa altui pisoar - fața frontală a altui pisoar - fața frontală a altui pisoar - perete	a = 300 b = 600 - e = 1100 d = 700 a = 350 b = 700 d = 800 - - -	a = 800 - e = 850 c = 1100 - a = 950 - - c = 1200 e = 1000	
13.	Fântâni de băut apă - pt. copii de la 6 la 11 ani - pt. copii peste 11 ani și adulți	- axa fântânii	- perete - axa altei fântâni - perete - axa altei fântâni	300 550 350 650	800 - 950 -	-

Anexa 2.4.4 - Tabelul 2.4.27 a. Debitul de calcul pentru apă rece la clădirile de locuit în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru: $q_{sa} = 0,57$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ h/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99 %

q _{CS} [l/s]															E	q _c [l/s]
Σ nq _s [l/s]	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.									
	Ns [pers/ap.]						Ns [pers/ap.]									
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035		
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07		
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10		
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15		
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15		
0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15		
0,25	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	1,3	0,17		
0,30	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	1,5	0,19		
0,40	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,15	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	2,0	0,22		
0,50	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	2,5	0,25		
0,60	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	3,0	0,27		
0,80	0,22	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,19	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	4,0	0,32		
1,0	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,21	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	5,0	0,36		
1,2	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	6,0	0,39		
1,5	0,31	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,26	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	7,5	0,44		
1,7	0,33	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	8,5	0,47		
2,0	0,36	0,42	0,48	0,53	0,57	0,61	0,30	0,35	0,40	0,44	0,48	0,51	10,0	0,51		
2,5	0,41	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70	0,34	0,40	0,45	0,49	0,54	0,58	12,5	0,58		
3,0	0,45	0,53	0,59	0,66	0,71	0,77	0,38	0,44	0,49	0,55	0,59	0,64	15,0	0,64		
3,5	0,49	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84	0,41	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70	17,5	0,70		
4	0,53	0,61	0,70	0,77	0,84	0,90	0,44	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	20	0,75		
5	0,59	0,70	0,79	0,87	0,95	1,03	0,49	0,58	0,65	0,72	0,79	0,85	25	0,85		
6	0,66	0,77	0,87	0,97	1,05	1,14	0,55	0,64	0,72	0,80	0,87	0,94	30	0,94		
7	0,71	0,84	0,95	1,05	1,15	1,24	0,59	0,70	0,79	0,87	0,95	1,03	35	1,03		
8	0,77	0,90	1,03	1,14	1,24	1,34	0,64	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	40	1,11		
9	0,82	0,97	1,10	1,22	1,33	1,44	0,68	0,80	0,91	1,00	1,10	1,18	45	1,19		
10	0,87	1,03	1,17	1,30	1,42	1,53	0,72	0,85	0,96	1,07	1,17	1,26	50	1,26		
12	0,97	1,14	1,30	1,44	1,58	1,71	0,80	0,94	1,07	1,18	1,30	1,40	60	1,40		
14	1,05	1,24	1,42	1,58	1,73	1,88	0,87	1,03	1,17	1,30	1,42	1,53	70	1,53		
16	1,14	1,34	1,53	1,71	1,88	2,04	0,94	1,11	1,26	1,40	1,53	1,66	80	1,66		
18	1,22	1,44	1,65	1,84	2,02	2,19	1,00	1,18	1,35	1,50	1,65	1,78	90	1,78		
20	1,30	1,53	1,75	1,96	2,15	2,34	1,07	1,26	1,43	1,60	1,75	1,90	100	1,90		
25	1,48	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69	1,21	1,43	1,64	1,83	2,01	2,18	125	2,18		
30	1,65	1,96	2,25	2,52	2,77	3,02	1,35	1,60	1,83	2,04	2,25	2,44	150	2,44		
35	1,81	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	1,48	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69	175	2,68		
40	1,96	2,34	2,69	3,02	3,34	3,64	1,60	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	200	2,92		
45	2,10	2,52	2,90	3,26	3,60	3,94	1,71	2,04	2,34	2,63	2,90	3,16	225	3,15		
50	2,25	2,69	3,10	3,49	3,86	4,22	1,83	2,18	2,50	2,81	3,10	3,38	250	3,37		
55	2,38	2,86	3,30	3,72	4,12	4,50	1,94	2,31	2,66	2,99	3,30	3,60	275	3,59		
60	2,52	3,02	3,49	3,94	4,36	4,78	2,04	2,44	2,81	3,16	3,49	3,81	300	3,80		
65	2,65	3,18	3,68	4,15	4,61	5,05	2,15	2,57	2,96	3,33	3,68	4,02	325	4,00		
70	2,77	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	2,25	2,69	3,10	3,49	3,86	4,22	350	4,21		
75	2,90	3,49	4,05	4,57	5,08	5,57	2,34	2,81	3,24	3,65	4,05	4,42	375	4,40		
80	3,02	3,64	4,22	4,78	5,31	5,82	2,44	2,93	3,38	3,81	4,22	4,62	400	4,60		
85	3,14	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08	2,54	3,04	3,52	3,97	4,40	4,82	425	4,79		

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa 2.4.4 - Tabelul 2.4.27 a - continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	3,26	3,94	4,57	5,18	5,76	6,33	2,63	3,16	3,65	4,12	4,57	5,01	450	4,98
95	3,38	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57	2,72	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	475	5,17
100	3,49	4,22	4,91	5,57	6,20	6,82	2,81	3,38	3,92	4,42	4,91	5,38	500	5,35
110	3,72	4,50	5,24	5,95	6,63	7,29	2,99	3,60	4,17	4,72	5,24	5,75	550	5,72
120	3,94	4,78	5,57	6,33	7,06	7,77	3,16	3,81	4,42	5,01	5,57	6,11	600	6,07
130	4,15	5,05	5,89	6,69	7,47	8,23	3,33	4,02	4,67	5,29	5,89	6,47	650	6,42
140	4,36	5,31	6,20	7,06	7,88	8,69	3,49	4,22	4,91	5,57	6,20	6,82	700	6,77
150	4,57	5,57	6,51	7,41	8,29	9,14	3,65	4,42	5,15	5,84	6,51	7,16	750	7,11
160	4,78	5,82	6,82	7,77	8,69	9,58	3,81	4,62	5,38	6,11	6,82	7,50	800	7,44
170	4,98	6,08	7,12	8,11	9,08	10,02	3,97	4,82	5,61	6,38	7,12	7,83	850	7,77
180	5,18	6,33	7,41	8,46	9,47	10,46	4,12	5,01	5,84	6,64	7,41	8,16	900	8,10
190	5,37	6,57	7,71	8,80	9,86	10,89	4,27	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	950	8,42
200	5,57	6,82	8,00	9,14	10,24	11,32	4,42	5,38	6,29	7,16	8,00	8,82	1000	8,74
220	5,95	7,29	8,57	9,80	11,00	12,17	4,72	5,75	6,73	7,67	8,57	9,46	1100	9,37
240	6,33	7,77	9,14	10,45	11,75	13,00	5,01	6,11	7,16	8,16	9,14	10,09	1200	10,00
260	6,69	8,23	9,69	11,11	12,48	13,83	5,29	6,47	7,58	8,65	9,69	10,71	1300	10,61
280	7,06	8,69	10,24	11,75	13,21	14,64	5,57	6,82	8,00	9,14	10,24	11,32	1400	11,21
300	7,41	9,14	10,78	12,38	13,93	15,45	5,84	7,16	8,41	9,61	10,78	11,93	1500	11,81
320	7,77	9,58	11,32	13,00	14,64	16,24	6,11	7,50	8,82	10,09	11,32	12,53	1600	12,40
340	8,11	10,02	11,85	13,62	15,35	17,04	6,38	7,83	9,22	10,55	11,85	13,12	1700	12,98
360	8,46	10,46	12,38	14,23	16,05	17,82	6,64	8,16	9,61	11,02	12,38	13,71	1800	13,56
380	8,80	10,89	12,90	14,84	16,74	18,60	6,90	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	1900	14,14
400	9,14	11,32	13,42	15,45	17,43	19,38	7,16	8,82	10,40	11,93	13,42	14,87	2000	14,71
425	9,56	11,85	14,06	16,20	18,29	20,34	7,48	9,22	10,88	12,49	14,06	15,59	2125	15,41
450	9,97	12,38	14,69	16,94	19,13	21,29	7,79	9,61	11,36	13,05	14,69	16,30	2250	16,12
475	10,38	12,90	15,32	17,67	19,98	22,24	8,10	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	2375	16,81
500	10,78	13,42	15,95	18,41	20,81	23,18	8,41	10,40	12,30	14,15	15,95	17,71	2500	17,50
525	11,19	13,93	16,57	19,13	21,65	24,11	8,71	10,78	12,77	14,69	16,57	18,41	2625	18,19
550	11,59	14,44	17,18	19,86	22,47	25,05	9,02	11,17	13,23	15,23	17,18	19,10	2750	18,87
575	11,98	14,94	17,80	20,58	23,30	25,97	9,32	11,55	13,69	15,77	17,80	19,79	2875	19,54
600	12,38	15,45	18,41	21,29	24,11	26,89	9,61	11,93	14,15	16,30	18,41	20,47	3000	20,22
650	13,16	16,44	19,62	22,71	25,74	28,72	10,20	12,68	15,05	17,36	19,62	21,83	3250	21,55
700	13,93	17,43	20,81	24,11	27,35	30,54	10,78	13,42	15,95	18,41	20,81	23,18	3500	22,87
750	14,69	18,41	22,00	25,51	28,95	32,34	11,36	14,15	16,83	19,44	22,00	24,51	3750	24,19
800	15,45	19,38	23,18	26,89	30,54	34,13	11,93	14,87	17,71	20,47	23,18	25,84	4000	25,49
850	16,20	20,34	24,35	28,27	32,12	35,91	12,49	15,59	18,58	21,49	24,35	27,16	4250	26,78
900	16,94	21,29	25,51	29,63	33,69	37,68	13,05	16,30	19,44	22,51	25,51	28,46	4500	28,06
950	17,67	22,24	26,66	30,99	35,25	39,44	13,60	17,01	20,30	23,51	26,66	29,76	4750	29,34
1000	18,41	23,18	27,81	32,34	36,80	41,19	14,15	17,71	21,15	24,51	27,81	31,06	5000	30,61
1100	19,86	25,05	30,09	35,02	39,88	44,67	15,23	19,10	22,84	26,50	30,09	33,62	5500	33,12
1200	21,29	26,89	32,34	37,68	42,94	48,13	16,30	20,47	24,51	28,46	32,34	36,16	6000	35,62
1300	22,71	28,72	34,58	40,32	45,97	51,56	17,36	21,83	26,17	30,41	34,58	38,69	6500	38,09
1400	24,11	30,54	36,80	42,94	48,99	54,97	18,41	23,18	27,81	32,34	36,80	41,19	7000	40,55
1500	25,51	32,34	39,00	45,54	51,99	58,36	19,44	24,51	29,44	34,26	39,00	43,68	7500	42,99
1600	26,89	34,13	41,19	48,13	54,97	61,73	20,47	25,84	31,06	36,16	41,19	46,16	8000	45,42
1700	28,27	35,91	43,37	50,70	57,94	65,09	21,49	27,16	32,66	38,06	43,37	48,62	8500	47,83
1800	29,63	37,68	45,54	53,27	60,89	68,43	22,51	28,46	34,26	39,94	45,54	51,07	9000	50,23
1900	30,99	39,44	47,70	55,82	63,83	71,77	23,51	29,76	35,85	41,82	47,70	53,51	9500	52,62
2000	32,34	41,19	49,85	58,36	66,76	75,08	24,51	31,06	37,43	43,68	49,85	55,94	10000	55,00
2500	39,00	49,85	60,47	70,93	81,28	91,53	29,44	37,43	45,23	52,90	60,47	67,96	12500	66,77
3000	45,54	58,36	70,93	83,34	95,61	107,77	34,26	43,68	52,90	61,97	70,93	79,81	15000	78,37
3500	51,99	66,76	81,28	95,61	109,79	123,87	39,00	49,35	60,47	70,93	81,28	91,53	17500	89,84
4000	58,36	75,08	91,53	107,77	123,87	139,84	43,68	55,94	67,96	79,81	91,53	103,15	20000	101,21
5000	70,93	91,53	111,81	131,87	151,76	171,51	52,90	67,96	82,75	97,35	111,81	126,16	25000	123,72

Anexa 2.4.5 - Tabelul 2.4.27 b. Debitul de calcul pentru apă caldă la clădirile de locuit în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru: $q_{sa} = 0,47$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ h/zi și $\gamma = 2,326$

Σnq_s [l/s]	q_{cs} [l/s]												E	q_c [l/s]
	110 l/zi.pers.						80 l/zi.pers.							
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,4	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,8	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,9	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,3	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,5	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	2,0	0,15
0,50	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	2,5	0,17
0,60	0,15	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	3,0	0,19
0,80	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	4,0	0,22
1,0	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	5,0	0,25
1,2	0,19	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	6,0	0,27
1,5	0,21	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	7,5	0,30
1,7	0,23	0,26	0,30	0,32	0,35	0,38	0,19	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	8,5	0,32
2,0	0,25	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	10	0,35
2,5	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39	13	0,40
3,0	0,30	0,35	0,40	0,44	0,48	0,51	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	15	0,44
3,5	0,33	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	18	0,48
4	0,35	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	20	0,51
5	0,40	0,46	0,52	0,58	0,63	0,68	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	25	0,58
6	0,44	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,63	30	0,64
7	0,48	0,56	0,63	0,70	0,76	0,82	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68	35	0,69
8	0,51	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,43	0,50	0,57	0,63	0,68	0,74	40	0,75
9	0,55	0,64	0,72	0,80	0,87	0,94	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	45	0,80
10	0,58	0,68	0,77	0,85	0,92	1,00	0,49	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83	50	0,85
12	0,64	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	0,54	0,63	0,71	0,79	0,86	0,92	60	0,94
14	0,70	0,82	0,92	1,03	1,12	1,21	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01	70	1,03
16	0,75	0,88	1,00	1,11	1,21	1,31	0,63	0,74	0,83	0,92	1,01	1,09	80	1,11
18	0,80	0,94	1,07	1,18	1,30	1,40	0,67	0,79	0,89	0,99	1,08	1,16	90	1,19
20	0,85	1,00	1,13	1,26	1,38	1,49	0,71	0,83	0,94	1,05	1,14	1,24	100	1,26
25	0,96	1,13	1,29	1,43	1,57	1,70	0,80	0,94	1,07	1,19	1,30	1,41	125	1,44
30	1,07	1,26	1,43	1,60	1,75	1,90	0,89	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	150	1,60
35	1,17	1,38	1,57	1,75	1,93	2,09	0,97	1,14	1,30	1,45	1,59	1,72	175	1,76
40	1,26	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	1,05	1,24	1,41	1,57	1,72	1,87	200	1,90
45	1,35	1,60	1,83	2,04	2,25	2,44	1,12	1,32	1,51	1,68	1,85	2,00	225	2,05
50	1,43	1,70	1,95	2,18	2,40	2,61	1,19	1,41	1,61	1,79	1,97	2,14	250	2,19
55	1,52	1,80	2,07	2,31	2,55	2,77	1,26	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	275	2,32
60	1,60	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	1,32	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	300	2,45
		2,00	2,29	2,57	2,83	3,08	1,39	1,65	1,88	2,11	2,32	2,52	325	2,58
		2,09	2,40	2,69	2,97	3,23	1,45	1,72	1,97	2,20	2,43	2,64	350	2,70
			2,50	2,81	3,10	3,38	1,51	1,79	2,06	2,30	2,53	2,76	375	2,82
			2,61	2,93	3,23	3,53	1,57	1,87	2,14	2,39	2,64	2,87	400	2,94
				3,05	3,36	3,67	1,63	1,94	2,22	2,49	2,74	2,99	425	3,06

Debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul este cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Tabelul 2.4.27 b continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	2,04	2,44	2,81	3,16	3,49	3,81	1,68	2,00	2,30	2,58	2,84	3,10	450	3,17
95	2,11	2,53	2,91	3,27	3,62	3,95	1,74	2,07	2,38	2,67	2,94	3,21	475	3,29
100	2,18	2,61	3,01	3,38	3,74	4,09	1,79	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32	500	3,40
110	2,31	2,77	3,20	3,60	3,99	4,36	1,90	2,27	2,61	2,93	3,23	3,53	550	3,62
120	2,44	2,93	3,38	3,81	4,23	4,62	2,00	2,39	2,76	3,10	3,42	3,74	600	3,83
130	2,57	3,08	3,56	4,02	4,46	4,88	2,11	2,52	2,90	3,26	3,61	3,94	650	4,04
140	2,69	3,23	3,74	4,23	4,69	5,14	2,20	2,64	3,04	3,42	3,79	4,14	700	4,25
150	2,81	3,38	3,92	4,43	4,91	5,39	2,30	2,76	3,18	3,58	3,97	4,34	750	4,45
160	2,93	3,53	4,09	4,62	5,14	5,63	2,39	2,87	3,32	3,74	4,14	4,53	800	4,65
170	3,05	3,67	4,26	4,82	5,35	5,87	2,49	2,99	3,45	3,89	4,31	4,72	850	4,85
180	3,16	3,81	4,43	5,01	5,57	6,11	2,58	3,10	3,58	4,04	4,48	4,91	900	5,04
190	3,27	3,95	4,59	5,20	5,78	6,35	2,67	3,21	3,71	4,19	4,65	5,09	950	5,23
200	3,38	4,09	4,75	5,39	5,99	6,59	2,76	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27	1000	5,42
220	3,60	4,36	5,07	5,75	6,41	7,05	2,93	3,53	4,09	4,62	5,14	5,63	1100	5,79
240	3,81	4,62	5,39	6,11	6,82	7,50	3,10	3,74	4,34	4,91	5,45	5,98	1200	6,16
260	4,02	4,88	5,69	6,47	7,22	7,95	3,26	3,94	4,58	5,18	5,76	6,33	1300	6,52
280	4,23	5,14	5,99	6,82	7,61	8,39	3,42	4,14	4,81	5,45	6,07	6,67	1400	6,87
300	4,43	5,39	6,29	7,16	8,00	8,82	3,58	4,34	5,04	5,72	6,37	7,01	1500	7,22
320	4,62	5,63	6,59	7,50	8,39	9,25	3,74	4,53	5,27	5,98	6,67	7,34	1600	7,56
340	4,82	5,87	6,88	7,84	8,77	9,67	3,89	4,72	5,50	6,24	6,96	7,66	1700	7,90
360	5,01	6,11	7,16	8,17	9,14	10,09	4,04	4,91	5,72	6,50	7,25	7,99	1800	8,23
380	5,20	6,35	7,44	8,49	9,51	10,51	4,19	5,09	5,94	6,75	7,54	8,31	1900	8,57
400	5,39	6,59	7,72	8,82	9,88	10,92	4,34	5,27	6,16	7,01	7,83	8,62	2000	8,90
425	5,62	6,88	8,07	9,22	10,34	11,43	4,52	5,50	6,43	7,32	8,18	9,01	2125	9,30
450	5,84	7,16	8,41	9,62	10,79	11,93	4,69	5,72	6,69	7,62	8,52	9,40	2250	9,71
475	6,07	7,44	8,75	10,01	11,24	12,43	4,87	5,94	6,95	7,93	8,87	9,79	2375	10,10
500	6,29	7,72	9,09	10,40	11,68	12,93	5,04	6,16	7,21	8,23	9,21	10,17	2500	10,50
525	6,51	8,00	9,42	10,79	12,12	13,42	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54	2625	10,89
550	6,73	8,28	9,75	11,17	12,56	13,91	5,39	6,59	7,72	8,82	9,88	10,92	2750	11,28
575	6,95	8,55	10,08	11,55	12,99	14,40	5,55	6,80	7,98	9,11	10,21	11,29	2875	11,67
600	7,16	8,82	10,40	11,93	13,42	14,88	5,72	7,01	8,23	9,40	10,54	11,66	3000	12,05
650	7,58	9,35	11,04	12,68	14,27	15,83	6,05	7,42	8,72	9,98	11,20	12,39	3250	12,81
700	8,00	9,88	11,68	13,42	15,12	16,78	6,37	7,83	9,21	10,54	11,84	13,11	3500	13,56
750	8,41	10,40	12,31	14,15	15,95	17,72	6,69	8,23	9,69	11,10	12,48	13,82	3750	14,30
800	8,82	10,92	12,93	14,88	16,78	18,65	7,01	8,62	10,17	11,66	13,11	14,53	4000	15,04
850	9,22	11,43	13,54	15,60	17,60	19,57	7,32	9,01	10,64	12,20	13,73	15,23	4250	15,77
900	9,62	11,93	14,15	16,31	18,41	20,48	7,62	9,40	11,10	12,75	14,35	15,92	4500	16,49
950	10,01	12,43	14,76	17,02	19,22	21,39	7,93	9,79	11,56	13,29	14,96	16,61	4750	17,21
1000	10,40	12,93	15,36	17,72	20,03	22,29	8,23	10,17	12,02	13,82	15,57	17,29	5000	17,92
1100	11,17	13,91	16,54	19,11	21,62	24,08	8,82	10,92	12,93	14,88	16,78	18,65	5500	19,34
1200	11,93	14,88	17,72	20,48	23,19	25,85	9,40	11,66	13,82	15,92	17,97	19,98	6000	20,73
1300	12,68	15,83	18,88	21,84	24,75	27,60	9,98	12,39	14,70	16,95	19,15	21,31	6500	22,12
1400	13,42	16,78	20,03	23,19	26,29	29,34	10,54	13,11	15,57	17,97	20,32	22,62	7000	23,48
1500	14,15	17,72	21,16	24,52	27,82	31,07	11,10	13,82	16,44	18,98	21,47	23,92	7500	24,84
1600	14,88	18,65	22,29	25,85	29,34	32,78	11,66	14,53	17,29	19,98	22,62	25,21	8000	26,19
1700	15,60	19,57	23,41	27,17	30,85	34,49	12,20	15,23	18,14	20,98	23,76	26,49	8500	27,53
1800	16,31	20,48	24,52	28,48	32,36	36,18	12,75	15,92	18,98	21,96	24,89	27,76	9000	28,86
1900	17,02	21,39	25,63	29,78	33,85	37,87	13,29	16,61	19,82	22,94	26,01	29,03	9500	30,18
2000	17,72	22,29	26,73	31,07	35,34	39,54	13,82	17,29	20,65	23,92	27,13	30,29	10000	31,50
2500	21,16	26,73	32,14	37,45	42,67	47,82	16,44	20,65	24,73	28,71	32,63	36,49	12500	37,99
3000	24,52	31,07	37,45	43,70	49,87	55,96	18,98	23,92	28,71	33,40	38,02	42,57	15000	44,36
3500	27,82	35,34	42,67	49,87	56,97	64,00	21,47	27,13	32,63	38,02	43,33	48,57	17500	50,64
4000	31,07	39,54	47,82	55,96	64,00	71,96	23,92	30,29	36,49	42,57	48,57	54,49	20000	56,85
5000	37,45	47,82	57,98	67,99	77,88	87,68	28,71	36,49	44,08	51,54	58,90	66,18	25000	69,10

Anexa 2.4.6. - Tabelul 2.4.33. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 1)

Nr. tronson.	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	Σq_{sr} [l/s]	$\Sigma 0,7 q_{sb}$ [l/s]	Σq_s [l/s]	q_c [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa]	il [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{ri} [Pa]	Σh_{ri} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h_{ri}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	[Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Traseul 2.1...2.12 (coloana M2)																				
2.1	1R	0,10	-	0,10	0,10	2,5	20	0,46	230	575	575	21	2220	2220	2795					
2.2	1R+1B+1L+1S	0,10	0,33	0,43	0,21	0,8	25	0,60	260	208	783	0,5	90	2310	3093					
2.3	2R+1B+1L+1S	0,20	0,33	0,53	0,24	2,7	25	0,70	360	972	1755	7,0	1740	4050	5805					
2.4	2R+2B+2L+2S	0,20	0,66	0,86	0,30	0,8	25	0,85	490	392	2147	0,5	180	4230	6377					
2.5	3R+2B+2L+2S	0,30	0,66	0,96	0,32	2,0	25	0,88	520	1040	3187	1,0	380	4610	7797					
2.6	3R+3B+3L+3B	0,30	0,99	1,29	0,38	0,8	32	0,65	220	176	3363	0,5	105	4715	8078					
2.7	4R++3B+3L+3B	0,40	0,99	1,39	0,40	2,7	32	0,68	240	648	4011	7,0	1620	6335	10346					
2.8	4R+4B+4L+4B	0,40	1,32	1,72	0,44	0,8	32	0,73	270	216	4227	0,5	130	6465	10692					
2.9	5R+4B+4L+4B	0,50	1,32	1,82	0,46	2,0	32	0,78	300	600	4827	1,0	300	6765	11592					
2.10	5R+5B+5L+5S	0,50	1,64	2,14	0,50	5,0	32	0,83	340	1700	6527	15,0	5170	11930	18457	20000	13600	133416	171873	A ₁
2.11	10R+10B+10L+10S	1,0	3,28	4,28	0,73	8,0	40	0,75	205	1640	8167	1,0	280	12210	20377	20000	13600	133416	173793	A ₂
2.12	20R+20B+20L+20S	2,0	6,56	8,56	1,07	7,0	40	1,09	400	3200	11367	12,9	7660	19870	31237	20000	13600	133416	184653	A ₃
Traseul 3.1... 3.10 (coloana M3); $H_{disp A1} = 171873$ Pa																				
Tronsoanele 3.1...3.9 la fel ca tronsoanele 2.1...2.9											4827	6765								
3.10	5R+5B+5L+5S	0,50	1,64	2,14	0,50	3,0	32	0,83	340	1020	5847	15,0	5170	11930	17777	20000	13600	133416	171193	A ₁
Traseul 1.1...1.10 (coloana M1); $H_{disp A2} = 173.793$ Pa																				
Tronsoanele 1.1...1.9 la fel ca tronsoanele 2.1...2.9											4827	6765								
1.10	5R+5B+5L+5S	0,50	1,64	2,14	0,50	5,0	32	0,83	340	1700	6527	14,8	5100	11865	18392	20000	13600	133416	171808	A ₂
Traseul 4.1...4.10 (coloana M4); $H_{disp A2} = 173.793$ Pa																				
Tronsoanele 4.1...4.9 la fel ca tronsoanele 2.1...2.9											4827	6765								
4.10	5R+5B+5L+5S	0,50	1,64	2,14	0,50	3,0	32	0,83	340	1020	5847	14,8	5100	11865	17712	20000	13600	133416	171128	A ₂

Anexa 2.4.7 - Tabelul 2.4.34. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplu de calcul 2)

Nr. tronson.	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	Σnq^s [l/s]	q_c [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa]	il [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_g		H_{nec} [Pa]	Punct de referință
															[mm]	[Pa]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Traseul 2.1...2.9 (coloana M2)																		
2.1	1B	0,20	0,15	0,8	20	0,65	350	280	280	2,5	530	530	810					
2.2	1B+1L	0,27	0,15	0,5	20	0,65	350	175	455	15,0	3170	3700	4155					
2.3	1B+1L+1S	0,47	0,16	2,8	20	0,66	360	1008	1463	1,3	280	3980	5443					
2.4	2B+2L+2S	0,94	0,21	3,5	25	0,58	205	717	2180	7,0	1180	5160	6623					
2.5	3B+3L+3S	1,41	0,30	2,8	25	0,86	410	1148	3325	1,0	370	5530	8670					
2.6	4B+4L+4S	1,88	0,31	3,5	25	0,87	415	1452	4777	7,0	2650	8180	12957					
2.7	5B+5L+5S	2,35	0,34	5,0	25	0,96	500	2500	7277	15,0	6910	15090	22367	30000	12000	117720	170087	A ₁
2.8	10B+10L+10S	4,70	0,50	8,0	32	0,83	300	2400	9677	1,3	450	15540	25217	30000	12000	117720	17293	A ₂
2.9	20B+20L+20S	9,40	0,74	9,0	40	0,76	185	1665	11342	12,9	3720	19260	30602	30000	12000	117720	178322	A ₃
Traseul 3.1...3.7 (coloana M3); $H_{disp A1} = 170087$ Pa																		
Tronsoanele 3.1...3.6 la fel ca tronsoanele 2.1...2.6										4777	7995							
3.7	5B+5L+5S	2,35	0,34	3,0	25	0,96	500	1500	6277	15,0	6910	14905	21182	30000	12000	117720	168902	A ₁
Traseul 1.1...1.7 (coloana M1); $H_{disp A2} = 172937$ Pa																		
Tronsoanele 1.1...1.6 la fel cu tronsoanele 2.1...2.6										4777	7995							
1.7	5B+5L+5S	2,35	0,34	5,0	25	0,96	500	2500	7277	14,5	6680	14675	21952	30000	12000	117720	169672	A ₂
Traseul 4.1...4.7 (coloana M4); $H_{disp A2} = 172937$ Pa																		
Tronsoanele 4.1...4.6 la fel cu tronsoanele 2.1...2.6										4777	7995							
4.7	5B+5L+5S	2,35	0,34	3,0	25	0,96	500	1500	6277	14,5	6680	14675	20952	30000	12000	117720	168672	A ₂

Anexa 2.4.8. - Tabelul 2.4.35 Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum, aferentă unei scoli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 3)

Nr. tron. son.	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	Σq_{sr} [l/s]	$\Sigma 0,7 q_{sd}$ [l/s]	Σq_s [l/s]	q_c [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	l [Pa]	il [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{rec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Traseul 1.1... 1.14 (coloana M1)																				
1.1	1R	0,10	-	0,10	0,10	1,0	20	0,46	230	230	230	20,5	2170	2170	2400					
1.2	2R	0,20	-	0,20	0,20	1,0	20	0,92	730	730	960	0,8	340	2510	3470					
1.3	3E	0,30	-	0,30	0,30	1,0	25	0,86	500	500	1460	0,8	290	2800	4260					
1.4	4R	0,40	-	0,40	0,40	2,0	32	0,68	240	480	1940	0,5	115	2915	4855	20000	-	-	24855	a
1.5	4R+4P	0,54	-	0,54	0,44	5,0	32	0,76	280	1400	3340	12,0	3460	6375	9715	20000	3200	31392	61107	b
1.6	4R+4P+4L	0,54	0,20	0,74	0,52	0,8	32	0,88	360	288	3628	0,8	310	6685	10313	20000	4000	39240	69553	c
1.7	8R+8P+4L	1,08	0,20	1,28	0,68	3,9	40	0,68	180	702	4330	5,3	1225	7910	12240	20000	7200	70632	102872	d
1.8	8R+8P+8L	1,08	0,39	1,47	0,73	0,8	40	0,74	200	160	4490	0,5	135	8045	12535	20000	8.000	78480	111015	e
1.9	12R+12P+8L	1,62	0,39	2,01	0,85	3,0	40	0,86	270	810	5300	0,5	180	8225	13525	20000	11200	109872	143397	f
1.10	12R+12P+12L	1,62	0,59	2,21	0,89	0,8	40	0,90	290	232	5532	0,5	200	8425	13957	20000	12000	117720	151677	g
1.11	16R+16P+12L	2,16	0,59	2,75	1,00	3,9	40	1,02	350	1365	6897	5,3	2760	11185	18082	20000	15200	149112	187194	h
1.12	16R+16P+16L	2,16	0,78	2,94	1,03	15,0	40	1,03	355	5325	12222	3,5	1860	13045	25267	20000	15600	153036	198303	A ₁
1.13	32R+16P+32L	3,76	1,57	5,30	1,38	6,0	50	0,86	200	1200	13422	0,5	180	13225	26647	20000	15600	153036	199683	A ₂
1.14	36R+16P+36L	4,16	1,76	5,92	1,46	8,0	50	0,93	230	1840	15262	4,7	2030	15255	30517	20000	16600	162846	213363	A ₃
Traseul 2.1...2.11 (coloana M2); $H_{disp} A_1 = 198303$																				
2.1	1R	0,10	-	0,10	0,10	1,0	20	0,46	230	230	230	20,5	2170	2170	2400					
2.2	2R	0,20	-	0,20	0,20	1,0	20	0,92	730	730	960	0,8	340	2510	3470					
2.3	3R	0,30	-	0,30	0,30	1,0	25	0,86	500	500	1460	0,8	290	2800	3300					
2.4	4R	0,40	-	0,40	0,40	5,0	32	0,68	240	1200	2660	12,0	2770	5570	8230	20000	3200	31392	59622	i
2.5	4R+4L	0,40	0,20	0,60	0,46	0,8	32	0,78	290	232	2892	0,5	150	5720	8612	20000	4000	39240	67852	j
2.6	8R+4L	0,80	0,20	1,00	0,60	3,9	32	1,00	470	1833	4725	6,5	3250	8970	13692	20000	7200	70632	104324	k
2.7	8R+8L	0,80	0,39	1,19	0,65	0,8	40	0,68	170	136	4861	0,5	115	9085	13946	20000	8000	78480	112426	e
2.8	12R+8L	1,20	0,39	1,59	0,76	3,0	40	0,76	210	630	5491	0,5	145	9230	14721	20000	11200	109872	14.593	m
2.9	12R+12L	1,20	0,59	1,79	0,80	0,8	40	0,82	240	192	5683	0,5	170	9400	15083	20000	12000	117720	152803	n
2.10	16R+12L	1,60	0,59	2,19	0,89	3,9	40	0,90	290	1131	6814	6,5	2630	12030	18844	20000	15200	149112	187956	o
2.11	16R+16L	1,60	0,78	2,38	0,92	3,0	40	0,95	320	960	7774	10,7	4828	16858	24632	20000	15600	153036	197668	A ₁
Traseul 3.1...3.6 (coloana M3); $H_{disp} A_2 = 199683$ Pa																				

Anexa 2.4.8 - Tabelul 2.4.35 - continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3.1	1R	0,1	-	0,1	0,10	5	20	0,46	230	1150	1150	18,2	1926	1926	3076					
3.2	1R+1L	0,1	0,05	0,15	0,15	0,8	20	0,67	415	332	1482	0,8	180	2106	3588					
3.3	2R+1L	0,2	0,05	0,25	0,25	3,2	25	0,71	350	1120	2602	6,5	1638	3744	6346					
3.4	2R+2L	0,2	0,1	0,3	0,30	0,8	25	0,86	500	400	3002	0,5	185	3929	6931					
3.5	3R+2L	0,3	0,1	0,4	0,38	3,2	25	1,08	750	2400	5402	0,5	292	4220	9622					
3.6	3R+3L	0,3	0,15	0,45	0,40	0,8	25	1,12	800	640	6042	0,5	314	4534	10576					
3.7	4R+3L	0,4	0,15	0,55	0,44	3,9	25	1,28	1000	3900	9942	6,5	5325	9859	19801					
3.8	4R+4L	0,4	0,2	0,6	0,46	3	32	0,78	300	900	10842	10,5	3194	13053	23895	20000	15600	153036	196931	A ₂
Traseul 1.4.1...1.4.3 (coloana M1); H _{disp a} = 24.855 Pa																				
1.4.1	1P	0,035	-	0,035	0,035	0,7	20	0,28	40	28	28	18,5	725	725	753					
1.4.2	2P	0,07	-	0,07	0,07	0,5	20	0,32	120	60	88	2	102	828	916					
1.4.3	3P	0,105	-	0,105	0,105	2	20	0,49	250	500	588	15	1801	2628	3216	20.000			23216	a
Traseul 1.5.1...1.5.4 (coloana M1); H _{disp b} = 61.107 Pa																				
1.5.1	1L	-	0,05	0,05	0,05	0,7	20	0,32	120	84	84	2,5	128	128	212					
1.5.2	2L	-	0,1	0,1	0,1	0,7	20	0,47	240	168	252	0,5	55	183	435					
1.5.3	3L	-	0,15	0,15	0,15	0,7	20	0,67	430	301	553	0,5	112	295	848					
1.5.3	4L	-	0,2	0,2	0,2	0,9	20	0,91	725	652,5	1205,5	15	6211	6506	7712	20.000			27712	b
Traseul 1.6.1...1.6.5 (coloana M1); H _{disp c} = 69.553 Pa																				
1.6.1	1R	0,1	-	0,1	0,1	1	20	0,46	230	230	230	18,5	1957	1957	2187					
1.6.2	2R	0,2	-	0,2	0,2	1	20	0,91	725	725	955	0,5	207	2164	3119					
1.6.3	3R	0,3	-	0,3	0,3	1	20	1,4	1700	1700	2655	0,8	784	2948	5603					
1.6.4	4R	0,4	-	0,4	0,38	2	25	1,09	720	1440	4095	0,5	297	3245	7340					
1.6.5	4R+4R	0,54	-	0,54	0,44	1,8	25	1,28	1000	1800	5895	15	12288	15533	2428	20000			41428	c
Traseul 2.5.1...2.5.4 (coloana M2); H _{disp j} = 67.852 Pa																				
2.5.1	1R	0,1	-	0,1	0,1	1	20	0,46	230	230	230	2,5	265	265	495					
2.5.2	2R	0,2	-	0,2	0,2	1	20	0,91	725	725	955	0,5	207	472	1427					
2.5.3	3R	0,3	-	0,3	0,3	1	20	1,4	1700	1700	2655	0,8	784	1256	3911					
2.5.4	4R	0,4	-	0,4	0,38	0,7	25	1,09	720	504	3159	12	7129	8384	11543	20000			31543	j

Notă: Pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibilă chiar la alegerea vitezelor maxime admisibile, diferența de presiune se prela prin diafragme sau robinete de reglare.

Anexa 2.4.9. Tabelul 2.4.36 - Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum, aferentă unei școli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 4)

Nr. tron. son.	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	Σnq_s [l/s]	q_c [l/s]	$0,7q_c$ [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa]	il [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{le} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	[Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Traseul 1.1...1.9 (coloana M1); $H_{disp} = 213363$ Pa în A ₃ pentru apa rece																			
1.1	1L	0,07	0,07	0,05	0,7	17,1	0,64	1600	1120	1120	2,8	573	573	1693					
1.2	2L	0,14	0,14	0,10	0,7	21,4	0,68	1200	840	1960	0,5	116	689	2649					
1.3	3L	0,21	0,21	0,15	0,7	21,4	0,98	2400	1680	3640	0,8	384	1073	4713					
1.4	4L	0,28	0,28	0,20	5	26,9	0,68	700	3500	7140	12,3	2844	3917	11057	20000	4400	43164	74221	a
1.5	8L	0,56	0,45	0,31	4	26,9	1,02	1420	5680	12820	0,5	260	4177	16997	20000	8400	82404	119401	b
1.6	12L	0,84	0,55	0,38	4	26,9	1,28	2500	10000	22820	0,8	655	4832	27652	20000	12400	121644	169296	c
1.7	16L	1,12	0,63	0,44	15	33,7	0,9	830	12450	35270	13,8	5589	10421	45691	20000	12800	125568	191259	A ₁
1.8	32L	2,24	0,90	0,63	6	33,7	1,24	1600	9600	44870	0,5	384	10806	55676	20000	12800	125568	201244	A ₂
1.9	36L	2,52	0,95	0,67	8	42,4	0,76	400	3200	48070	13,4	3870	14676	62746	20000	12800	125568	208314	A ₃
Traseul 2.1... 2.7 (coloana M2); $H_{disp} A_1 = 191259$ Pa																			
Tronsoanele 2.1...2.6 la fel ca tronsoanele 1.1...1.6										22820			4832						
2.7	16L	1,12	0,63	0,44	3	33,7	0,9	830	2490	25310	13,8	5589	10421	35731	20000	12800	125568	181299	A ₁
Traseul 3.1...3.4 (coloana M3); $H_{disp} A_2 = 201244$ Pa																			
3.1	1L	0,07	0,07	0,05	5	17,1	0,64	1600	8000	8000	20,5	4198	4198	12198	20000	4400	43164	75362	
3.2	2L	0,14	0,14	0,10	4	17,1	1,29	5900	23600	31600	0,8	666	4864	36464	20000	8400	82404	138868	
3.3	3L	0,21	0,21	0,15	4	21,4	0,98	2400	9600	41200	0,8	384	5248	46448	20000	12400	121644	188092	
3.4	4L	0,28	0,28	0,20	3	26,9	0,68	700	2100	43300	13,5	3121	8369	51669	20000	12800	125568	197237	A ₂
Traseul 1.4.1...1.4.4; $H_{disp} a = 74221$ Pa																			
1.4.1	1L	0,07	0,07	0,05	0,7	17,1	0,64	1600	1120	1120	2,5	512	512	1632				1632	
1.4.2	2L	0,14	0,14	0,10	0,7	17,1	1,29	5900	4130	5250	0,8	666	1178	6428			6428		
1.4.3	3L	0,21	0,21	0,15	0,7	21,4	0,98	2400	1680	6930	0,5	240	1418	8348			8348		
1.4.4	4L	0,28	0,28	0,20	1	21,4	1,34	4200	4200	11130	15	13467	14885	26015	20000		46015		
Traseul 1.5.1...1.5.4; $H_{disp} b = 119401$ Pa																			
Tronsoanele 1.5.1...1.5.4 la fel ca tronsoanele 1.4.1...1.4.4 $H_{nec} = 46016$ Pa																			
Traseul 1.6.1...1.6.4; $H_{disp} c = 169296$ Pa																			
Tronsoanele 1.6.1...1.6.4 la fel ca tronsoanele 1.4.1...1.4.4 $H_{nec} = 46015$ Pa																			
Notă: Pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibilă chiar la alegerea vitezelor admisibile, diferența de presiune se preia prin diafragme sau robinete de reglare.																			

2.5. Instalații interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

2.5.1. Elemente fundamentale privind siguranța la foc a construcțiilor și instalațiilor aferente

2.5.1.1 Concepția generală privind siguranța la foc

Pentru stabilirea concepției generale privind siguranța la foc se ține seama de principiile de organizare pentru apărare împotriva incendiilor, cerințele de proiectare și executare a construcțiilor și instalațiilor de combaterea a incendiilor și criteriile de performanță cu factorii care determină aceste criterii. De asemenea trebuie să se țină seama de efectele negative care pot interveni în caz de incendiu asupra construcțiilor și instalațiilor, precum și asupra utilizatorilor.

• *Principiile de organizare, desfășurare și conducere* a activității de apărare împotriva incendiilor au în vedere:

- respectarea reglementărilor în vigoare; definirea priorităților; dimensionarea optimă (cost/eficacitate);
- colaborarea, conlucrarea și dialogul deschis cu factorii interesați.

• *Cerințele la proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor de combatere a incendiilor* pentru utilizatori cuprind: protecția și evacuarea utilizatorilor; preîntâmpinarea propagării incendiilor; protecția pompierilor și altor forțe.

• *Criteriile de performanță privind cerința de calitate siguranța la foc* cuprind:

- riscul de incendiu;
- rezistența, comportarea și stabilitatea la foc;
- propagarea incendiilor;
- degajările de fum, gaze fierbinți și alte produse nocive;
- propagarea flăcărilor și fumului;
- etanșeitatea la fum și flăcări;
- rezistența fațadelor și acoperișurilor la propagarea focului (la vecinătăți);
- căile de acces, evacuare și de intervenție.

• *Principalii factori care determină criteriile de performanță* sunt:

- clasele de combustibilitate sau de pericolozitate a materialelor și substanțelor, viteza de ardere și durata;
- densitatea sarcinii termice și contribuția la foc;
- sursele potențiale de aprindere (natura, frecvența, energia de aprindere);
- condițiile (împrejurările) determinante, în același timp și spațiu;
- alcătuirea și geometria construcțiilor;
- fluxul (debitul) global de evacuare a utilizatorilor;
- echiparea cu instalații, sisteme, dis-

pozitive, aparate și alte mijloace de prevenire și stingere a incendiilor și fiabilitatea acestora;

- distanțele de siguranță la foc;
- capacitatea de intervenție a serviciului de pompieri;
- timpii de siguranță la foc și timpii operativi de intervenție;
- condițiile atmosferice.

• *Efectele negative ale agenților termici, chimici, electromagnetici și biologici care pot interveni în caz de incendiu* se manifestă asupra:

- construcțiilor și instalațiilor prin depuneri de funingine, deformări, ardere și termodegradare, reducerea rezistenței mecanice, deteriorarea etanșeității, dislocare, instabilitate și prăbușire;
- utilizatorilor prin: reducerea vizibilității; intoxicare; impregnarea cu fum a îmbrăcămintei sau aprinderea acesteia; arsuri; răniri și alte traumatisme etc.

În categoria utilizatorilor intră și pompierii și alte forțe care participă la intervenție.

La stabilirea concepției generale privind siguranța la foc, se mai ține seama de factorii de timp, riscul de incendiu, rezistența și stabilitatea la foc, scenariu de siguranță la foc, precum și planurile de protecție și de intervenție în caz de incendiu.

• *Factorii de timp* utilizați în proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor, la elaborarea scenariilor de siguranță la foc, la întocmirea planurilor de intervenție și la evaluarea capacității de apărare împotriva incendiilor se clasifică în:

- *timpii pentru aprecierea nivelurilor unor criterii de performanță:* de rezistență la foc; de comportare la foc; de stabilitate la foc; de funcționare normată a instalațiilor și sistemelor de prevenire și stingere;

- *timpii de siguranță la foc:* de aprindere; normalizat de evacuare; de siguranță a căilor de evacuare și refugiiilor; de siguranță a ascensoarelor de intervenție; de dezvoltare liberă a incendiului; de incendiere totală; de propagare a incendiului la construcții vecine;

- *timpii operativi de intervenție:* de alarmare; de alertare; de deplasare; de intrare în acțiune a forțelor concentrate; de începere a intervenției; de răspuns; real de evacuare; de localizare; de stingere; de înlăturare a efectelor negative ale incendiului; de intervenție; de retragere; de ocupare a forțelor și mijloacelor de intervenție; total de dislocare a forțelor și mijloacelor pentru intervenție.

• *Clasificarea graduală în ordine crescătoare a nivelurilor de calitate a unor criterii de performanță* cuprind:

- riscul de incendiu redus (mic), mediu (mijlociu) și ridicat (mare), iar când este asociat cu pericol de explozie poate fi foarte ridicat (foarte mare);
- rezistența la foc gradele V, IV, III, II și I;
- stabilitatea la foc nesatisfăcătoare,

satisfăcătoare, corespunzătoare, bună și foarte bună.

• *Scenariul de siguranță la foc* este un instrument de evaluare, armonizare și reflectare a interdependenței dintre nivelurile de calitate ale criteriilor de performanță privind siguranța la foc și măsurile de prevenire și stingere a incendiilor, stabilite și necesare. Se întocmește obligatoriu la categoriile de construcții și instalații cu risc de incendiu stabilite prin dispozițiile legale.

• *Planurile de protecție împotriva incendiilor cuprind:*

- planurile de evacuare, de depozitare a materialelor periculoase și planurile de intervenție.

- caracteristicile construcției și/sau instalației tehnologice;

- nivelurile criteriilor de performanță și timpilor privind siguranța la foc;

- echiparea cu mijloace tehnice de prevenire și stingere a incendiilor;

- condiții specifice pentru asigurarea intervenției în caz de incendiu;

- concluzii și măsuri tehnico-organizatorice.

• *Planul de intervenție în caz de incendiu la agenți economici și instituții* cuprinde:

- date de identificare;
- planul general al unității;
- concepția de organizare și desfășurare a intervenției;

- forțe de intervenție;

- surse exterioare unității de alimentare cu apă și energie electrică;

- planul fiecărei construcții, instalații sau platforme de depozitare (cu risc de incendiu sau aglomerări de persoane).

2.5.1.2 Prescripții fundamentale privind siguranța la foc a construcțiilor în ansamblu și a principalelor părți componente ale acestora

• *Tipuri caracteristice de clădiri.* Clădirile monobloc sunt cele închise care au aria construită de cel puțin 20 000 m² și lățimea mai mare de 72 m.

Clădirile blindate sunt cele închise în care activitatea se desfășoară numai la lumină artificială, având acoperișuri și pereți plini (în care se prevăd numai goluri psihologice și uși de acces). Încăperile blindate cu aria construită mai mare de 700 m² sunt considerate clădiri blindate.

Clădirile înalte sunt acele clădiri civile publice la care pardoseala ultimului nivel folosit este situată, față de terenul accesibil vehiculelor de intervenție ale pompierilor, la 28 m și mai mult.

Nu sunt considerate clădiri înalte:

- construcțiile care nu sunt destinate să adăpostească oameni;

- blocurile de locuințe, care au cel mult P + 11 niveluri;

- clădirile la care deasupra nivelului limi-

tă se află un singur nivel care ocupă maximum 50% din aria construită a clădirii și este compus numai din clădiri pentru mașini ale ascensoarelor, ori spălătorii sau uscătorii ale clădirilor de locuit.

Clădiri foarte înalte sunt clădirile care depășesc 45 m.

Sălii aglomerate se consideră încăperi distincte sau grupurile de încăperi numai cu comunicație directă între ele, în care suprafața ce-i revine unei persoane este mai mică de 4 m² și se pot întruni simultan:

- orice număr de persoane, în sălile teatrelor dramatice sau muzicale;

- cel puțin 150 persoane în celelalte săli de spectacole, săli de întruniri, încăperi pentru expoziții, cluburi și case de cultură; atunci când sălile respective sunt situate la parter, această limită poate fi 200 persoane;

- cel puțin 200 persoane pentru orice săli cu alte destinații și cel puțin 400 persoane pentru vestiarele din anexele social-administrative ale industriei.

După destinație, sălile aglomerate se clasifică în două categorii (S1 și S2), conform tabelului 2.5.1.

Încăperile cu aglomerări de persoane sunt cele în care se pot afla simultan 50 sau mai multe persoane, fiecare dintre ele revenindu-i o arie de pardoseală de maximum 4 m².

• Combustibilitatea materialelor și elementelor de construcții reprezintă

Tabelul 2.5.1. Clasificarea sălilor aglomerate

Categoria sălii aglomerate	Destinația sălii aglomerate
S1	Teatre dramatice și muzicale, săli de spectacole, circuri, expoziții comerciale, muzee cu exponate combustibile, magazine cu mărfuri combustibile
S2	Săli pentru proiecții cinematografice, cantine, săli de lectură, muzee cu exponate incombustibile, expoziții permanente de artă, auditorii, săli de întruniri, de dans, de concert, de sport, de așteptare, de cuit etc.

Observație:

Sălile aglomerate a căror destinație nu este cuprinsă în tabel se încadrează prin asimilare, conform normativului de siguranță la foc a construcțiilor.

Tabelul 2.5.2. Condiții minime pentru încadrarea construcțiilor în grade de rezistență la foc

Tipul elementelor de construcții	Gradul I	Gradul II	Gradul III	Gradul IV	Gradul V	Observații
Stâlpi, coloane, pereți portanți	C ₀ (incombustibil) 2 h 30 min	C ₁ (incombustibil) 2 h	C ₀ (incombustibil) 1 h 30 min	C ₃ (greu combustibil) 30 min	C ₃ (combustibil)	În clădiri parter de gradul V se admite C ₄
Stâlpi, coloane, pereți portanți la ultimul nivel	C ₀ (incombustibil) 1 h 30 min (1 h)	C ₀ (incombustibil) 1 h (45 min)	C ₀ (incombustibil) 45 min (30 min)	C ₂ (greu combustibil) 30 min	C ₄ (combustibil)	
Pereți interiori neporanți	(incombustibil) 30 min	(incombustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(combustibil)	În clădiri industriale și agrozootehnice parter, limita de rezistență la foc nu se normează
Pereți exteriori neporanți	C ₀ (incombustibil) 15 min	C ₂ (greu combustibil) 15 min	C ₂ (greu combustibil) 15 min	C ₃ (combustibil) 15 min	C ₄ (combustibil)	
Grinzi, planșee, nervuri, acoperișuri terasă	C ₀ (incombustibil) 1 h	C ₀ (incombustibil) 45 min (30 min)	C ₀ (greu combustibil) 45 min (30 min)	C ₂ (greu combustibil) 15 min	C ₄ (combustibil)	
Grinzi și planșee peste subsol	C ₀ (incombustibil) 1 h 30 min	C ₀ (incombustibil) 1 h	C ₀ (incombustibil) 1 h	C ₂ (greu combustibil) 30 min	C ₃ (combustibil)	În clădirile parter de gradul V se admite C ₄
Acoperișuri autoportante fără pod (inclusiv contravânturii), șarpanta acoperișurilor fără pod, construcții aerostatice	C ₀ (incombustibil) 45 min (30 min)	C ₁ (greu combustibil) 30 min (15 min)	C ₂ (greu combustibil) 15 min	C ₃ (combustibil)	C ₄ (combustibil)	La clădirile de gradul III cu săli aglomerate, limita de rezistență la foc va fi de minimum 30 min. În clădiri cu pericol de explozie, limita de rezistență la foc a elementelor incombustibile nu se normează
Panouri de învelitoare și suportul continuu al învelitorii combustibile	C ₀ (incombustibil) 15 min	C ₁ (greu combustibil) 15 min	C ₂ (greu combustibil) 15 min	C ₃ (combustibil)	C ₄ (combustibil)	

În compartimentele de incendiu ale clădirilor în care sarcina termică nu depășește 200 Mcal/m² (840 MJ/m²) (cu excepția clădirilor înalte, a celor cu săli aglomerate, care adăpostesc persoane care nu se pot evacua singure, sau cu echipament de importanță deosebită) se pot aplica valorile din paranteză.

capacitatea lor de a se aprinde și a arde în continuare, contribuind la creșterea cantității de căldură dezvoltată de incendiu.

Materialele și elementele de construcții se încadrează (de către laboratoarele autorizate ale INCERC și CSCS - PSI) din punct de vedere al combustibilității în:

- *incombustibile*, cele care sub acțiunea focului sau a temperaturii înalte nu se aprind și nu se carbonizează - clasa C0;
- *combustibile*, cele care sub acțiunea focului sau a temperaturii înalte se aprind, ard cu flacără sau mocnit, sau se carbonizează.

Materialele combustibile se clasifică în funcție de posibilitățile de a fi aprinse ușor sau greu și de capacitatea lor de a contribui la dezvoltarea incendiului, în 4 clase: C1 - practic neinflamabile; C2 - dificil inflamabile; C3 - mediu inflamabile; C4 - ușor inflamabile. Materialele din clasele C1 și C2 sunt considerate greu combustibile.

Elementele de construcții sunt incombustibile sau combustibile, în funcție de caracteristicile materialelor din care sunt executate și modul de alcătuire și distribuție a acestor materiale în structură. Elementele care au în compoziție și mase plastice au un comportament particular la încercările la foc, dificil de asimilat în clase de combustibilitate standardizate.

• **Limita de rezistență la foc.** Rezistența la foc a unui element de construcție sau a unei structuri este proprietatea acestora de a-și păstra pe o durată determinată, stabilitatea, etanșeitatea la foc și/sau altă funcție specializată, într-o încercare la foc standardizată. În funcție de rezultatele încercărilor efectuate în conformitate cu prevederile STAS 7771 în raport cu incendiul standard definit de curba logaritmică temperatură - timp, elementele de construcție pot fi: rezistente la foc (RF), stabile la foc (SF) și etanșe la foc (EF).

• **Gradul de rezistență la foc.** Acesta reprezintă capacitatea globală a construcției de a răspunde la acțiunea focului sau a compartimentului de incendiu, deosebi a structurii portante sau de rezistență, de a răspunde la incendiu indiferent de situație.

Principalii factori care determină rezistența la foc sunt:

- natura, alcătuirea și dimensiunile elementelor de construcție;
- modul de asamblare și geometria elementelor de construcție;
- combustibilitatea și densitatea sarcinii termice de incendiu, dată de elementele de construcție;
- compartimentarea antifoc;
- geometria construcției și comportarea la foc a structurii portante.

Condițiile minime pe care trebuie să le îndeplinească principalele elemente

ale unei construcții, pentru încadrarea într-un anumit grad de rezistență la foc, sunt indicate în tabelul 2.5.2.

Pentru ca un element să corespundă unui anumit grad de rezistență la foc din tabelul 2.5.2, trebuie să respecte ambele condiții (atât cea privind combustibilitatea, cât și cea referitoare la rezistența la foc).

Gradul de rezistență la foc al construcției sau al unui compartiment de incendiu este determinat de elementul său cu cea mai defavorabilă încadrare în tabelul 2.5.2. Gradul de rezistență la foc se specifică în mod obligatoriu în documentația tehnico-economică.

• **Preîntâmpinarea propagării incendiilor.** Măsurile constructive de protecție se asigură în funcție de: degajările de fum, gaze fierbinți și produse nocive; etanșeitatea la fum și flăcări; propagarea flăcărilor și a fumului; rezistența fațadelor și acoperișurilor la propagarea focului.

• **Comportarea la foc.** Caracterizează atât construcțiile și instalațiile în ansamblu, cât și părți componente ale acestora. Este determinată de contribuția la foc a elementelor, materialelor și substanțelor combustibile utilizate, în raport cu rezistența la foc asigurată și este influențată de măsurile luate pentru preîntâmpinarea propagării incendiilor.

Contribuția la foc se estimează prin potențialul caloric al sarcinii termice și reprezintă suma energiilor calorice degajate prin arderea completă a tuturor elementelor, materialelor și substanțelor combustibile din spațiul respectiv.

• **Stabilitatea la foc.** Reprezintă caracteristica globală, a unei construcții, instalații sau comportament de incendiu, exprimată în unități de timp (h, min.), între momentul izbucnirii incendiului și momentul în care structura de rezistență respectivă își pierde capacitatea portantă și se prăbușește ca urmare a acțiunilor și efectelor incendiului.

Stabilitatea la foc este determinată de rezistența și comportarea la foc, precum și de instalațiile aferente, în deosebi de gradul de echipare cu instalații, dispozitive, aparate și alte mijloace de prevenire și stingere a incendiilor, fiabilitatea și timpii normați de funcționare a acestora. Este influențată de măsurile luate pentru limitarea efectelor negative ale agenților care pot interveni în cazul unui incendiu.

• **Căi de acces, evacuare și intervenție.** Au un rol esențial în protecția utilizatorilor în situații de urgență, factorii de determinare fiind:

- numărul și modul de alcătuire;
- geometria (gabarit, lungime, lățime, pante etc);
- măsurile de siguranță în utilizare;
- fluxul (debitul) global de evacuare;
- timpii specifici menționați la 2.5.1.1.

• **Riscul de incendiu.** Reprezintă probabilitatea globală de izbucnire a incendiilor determinată de interacțiunea proprietăților specifice, materialelor și substanțelor combustibile cu sursele potențiale de aprindere, în anumite împrejurări, în același timp și spațiu, factorii de determinare fiind:

- densitatea sarcinii termice de incendiu; pentru clădiri civile se consideră densitatea sarcinii termice redusă sub 420 MJ/m², mijlocie între 420 și 840 MJ/m² și mare peste 840 MJ/m²;
- clasele de combustibilitate sau de pericolozitate ale materialelor și substanțelor existente;
- sursele de aprindere existente (cu flacără, de natură termică, electrică sau mecanică, autoaprindere chimică, fizico-chimică sau biologică, naturale - căldura solară și trăsnet, datorate unor explozivi sau materiale incendiare etc);
- condiții (împrejurări) preliminate care pot determina sau favoriza aprinderea;
- măsuri stabilite pentru reducerea sau eliminarea factorilor determinanți.

Riscul de incendiu se stabilește și se precizează obligatoriu pe zone, spații, încăperi, compartimente de incendiu, clădiri sau instalații tehnologice, asigurându-se încadrarea în nivelurile de risc sau în categoriile de pericol de incendiu corespunzător prevederilor reglementărilor specifice.

• **Categoria de pericol de incendiu.** Definește ansamblul operațiunilor unui proces tehnologic sau ale unor activități, avându-se în vedere caracteristicile de comportare la foc ale materialelor și substanțelor implicate.

Zonele, încăperile, secțiile și clădirile de producție și depozitare, precum și instalațiile tehnologice amplasate în aer liber, se clasifică în funcție de pericolul de incendiu al procesului tehnologic determinat de proprietățile fizico-chimice ale materialelor și substanțelor utilizate, prelucrate, manipulate sau depozitate (inclusiv rafturile, paletele și ambalajele), în 5 categorii de pericol de incendiu, conform tabelului 2.5.3.

Clădirile de locuit, administrative, social-culturale și civile auxiliare industriei nu se clasifică în categorii de pericol de incendiu, măsurile de prevenire a incendiilor stabilindu-se în funcție de pericolul ce se poate crea, ținând seama de destinația lor, pentru viața oamenilor și securitatea bunurilor adăpostite.

Atelierele de producție și întreținere, încăperile de depozitare și laboratoarele se încadrează în categorii de pericol de incendiu, pentru stabilirea alcătuirii constructive, a măsurilor de compartimentare față de restul construcției și a condițiilor privind instalațiile.

Categoria de pericol de incendiu se stabilește pe zone și încăperi, precum și

independent pentru fiecare compartiment de incendiu în parte, menționându-se obligatoriu în documentația tehnico-economică.

În cadrul unui compartiment de in-

cendiu, categoria de pericol de incendiu și explozie se determină după procesul tehnologic cel mai periculos, cu următoarele excepții:

- procese tehnologice din categoriile

A și B de pericol de incendiu cu volum mai mic de 5% din volumul compartimentului respectiv;

- procese tehnologice din categoriile C și D de pericol de incendiu, cu un volum mai mic de 10% din volumul compartimentului, fără a depăși o arie de 400 m².

În cazurile exceptate se iau măsuri care să elimine posibilitatea formării concentrației locale cu pericol de explozie și propagării incendiului spre spațiile învecinate din cadrul compartimentului.

În cazul existenței mai multor categorii de pericol de incendiu, situate în puncte distincte ale compartimentului, se iau în considerare sumele volumelor aferente și respective ale ariilor efective ale fiecărui proces tehnologic. Pentru procese din categoriile C și D de pericol de incendiu, însumarea se aplică numai dacă distanța dintre spațiile în care sunt situate este mai mică de 40 m.

La instalațiile tehnologice amplasate în aer liber, categoria de pericol de incendiu se stabilește independent pentru fiecare porțiune care prezintă caracteristici diferite din acest punct de vedere.

Delimitarea zonelor până la care se extind măsurile impuse de spațiile încadrate în categoriile A și B de pericol se face având în vedere posibilitatea prezentei, în timpul funcționării normale și în caz de avarie, a amestecurilor de aer cu gaze, vaporii sau praf, în concentrații care prezintă pericol de explozie.

• **Compartimente de incendiu, pereți antifoc, pereți și planșee rezistente la foc și explozie.** Compartimentele de incendiu sunt porțiunile de clădire separate prin pereți antifoc sau clădirile independente amplasate și alcătuite astfel încât să nu permită propagarea focului la vecinătăți. Compartimentele de incendiu ale unei construcții se consideră construcții independente din punct de vedere al protecției la acțiunea focului. Toate porțiunile suprapuse ale etajelor unei clădiri fac parte, în general, din același compartiment de incendiu.

Pereții antifoc sunt elemente de construcții verticale alcătuite și dimensionate corespunzător pentru a separa între ele compartimentele de incendiu.

Pereții rezistenți la foc, respectiv planșeele rezistente la foc sunt elemente care se prevăd în interiorul compartimentului de incendiu pentru a întârzia, pe o perioadă de timp dată, propagarea focului.

Pereții și planșeele rezistente la explozie sunt elemente care separă de restul construcției încăperile cu pericol de explozie.

• **Clase de pericol ale materialelor și substanțelor depozitate.** Materialele și produsele depozitate se clasifică, în funcție de aportul pe care-l pot aduce la apariția și dezvoltarea incendiilor,

Tabelul 2.5.3. Clasificarea în categorii de pericol de incendiu

Categoria de pericol de incendiu	Caracteristicile substanțelor și ale materialelor ce determină încadrarea	Precizări
A	Substanțe a căror aprindere sau explozie poate să aibă loc în urma contactului cu oxigenul din aer, cu apa sau cu alte substanțe ori materiale; lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor până la 28 °C, gaze sau vaporii cu limita inferioară de explozie până la 10 %, atunci când acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive.	Nu determină încadrarea în categoriile A și B de pericol de incendiu: - scăpările și degajările de gaze, vaporii sau praf, care sunt în cantități ce nu pot forma cu aerul amestecuri explozive. În asemenea situații, încadrarea se face în funcție de pericolul de incendiu, în ansamblu, în categoria C, D sau E;
B	Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor cuprinsă între 28 și 100 °C, gaze sau vaporii cu limita inferioară de explozie mai mare de 10 %, atunci când acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive; fibre, praf sau pulberi, care se degajă în stare de suspensie, în cantități ce pot forma cu aerul amestecuri explozive.	
C	Substanțe și materiale combustibile solide; lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 100 °C.	Nu determină încadrarea în categoria C de pericol: - folosirea substanțelor solide, lichide sau gazoase drept combustibili pentru ardere; - utilizarea lichidelor combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 100 °C la comenzi hidraulice, răcire, ungere, filtre și tratamente termice, în cantități de maximum 2 m ³ , cu condiția luării unor măsuri locale pentru limitarea incendiului; - folosirea echipamentului electric (cu excepția cablurilor), care conține până la 60 kg ulei pe unitatea de echipament; - utilizarea la transportul sau depozitarea materialelor incombustibile, a unor ambalaje, palete sau rafturi combustibile, a căror sarcină termică este mai mică de 63 MJ/m ² (15 Mcal/m ²).
D	Substanțe sau materiale incombustibile în stare fierbinte, topite sau incandescente, cu degajări de căldură radiantă flăcări sau scântei. Substanțe solide, lichide sau gazoase ce se ard în calitate de combustibil.	
E	Substanțe sau materiale incombustibile în stare rece sau materiale combustibile în stare de umiditate înaintată, astfel că posibilitatea aprinderii lor este exclusă.	

Tabelul 2.5.4. Clasificarea lichidelor combustibile după temperatură

Temperatura de inflamabilitate a vaporilor, [°C]	până la 28 °C	28...55 °C	55...100 °C	peste 100 °C
Clasa lichidelor combustibile	L I	L II	L III	L IV

precum și de sensibilitatea lor la efectele acestora, în 5 clase de pericol de incendiu, conform tabelului 2.5.4.

În funcție de temperatura de inflamabilitate a vaporilor emanați, lichidele combustibile se clasifică în 4 clase, conform tabelului 2.5.4.

Depozitele de lichide combustibile se clasifică în 7 categorii, în funcție de temperatura de inflamabilitate a lichidelor depozitate și de capacitatea totală de înmagazinare, conform tabelului 2.5.5.

După amplasarea pe verticală, depozitele pot fi:

- *supraterane* - când fundul rezervoarelor se află deasupra terenului înconjurător, la același nivel cu el sau la o adâncime mai mică decât jumătate din înălțimea rezervoarelor, precum și în cazurile în care nivelul lichidului este cu 2 m mai sus de cota terenului înconjurător;

- *semiîngropate* - când fundul rezervoarelor se află îngropat la mai mult de jumătate din înălțimea acestora, iar nivelul maxim posibil al lichidului nu se găsește mai sus de cota terenului înconjurător;

- *îngropate* - când partea superioară a rezervoarelor este cu 20 cm mai jos decât cota terenului înconjurător.

Cota terenului înconjurător se va considera nivelul minim al terenului pe o distanță de 6 m de la mantaua rezervoarelor.

2.5.1.3 Prescripțiile principale de proiectare și realizare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor pot fi constituite din rețele cu hidranți interioari, coloane uscate, instalații automate cu sprinklere sau cu dăncere și instalații fixe de stingere cu apă pulverizată.

Echiparea tehnică a clădirilor cu diferite tipuri de instalații de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor se face în funcție de: destinația clădirii (de locuit, social-culturală, industrială etc), mărimea și geometria clădirii (volumul construit și numărul de etaje); numărul de persoane; rezistența și comportarea la foc; riscul de incendiu și categoria de pericol de incendiu; importanța clădirii sau a bunurilor și ma-

terialelor adăpostite în clădiri, precum și de alți factori tehnici sau economici.

Tipul instalațiilor și al sistemelor de semnalizare și stingere a incendiilor care se adoptă, modul de acționare și de dispunere a lor și dimensionarea acestora trebuie să corespundă caracteristicilor și manifestărilor incendiilor specifice, avându-se în vedere personalul și posibilitățile existente de intervenție, potrivit scenariilor de siguranță la foc elaborate, în condițiile asigurării fiabilității și eficienței necesare, conform reglementărilor tehnice în vigoare. (normativul I 9, STAS 1478, Normele generale P.S.I. etc).

2.5.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

2.5.2.1 Detectoare de incendiu

Detectoarele de incendiu (fig.2.5.1), sunt elemente traductoare în sistemul automat de detectare, semnalizare și acționare a instalațiilor electrice de stingere a incendiilor.

Detectoarele produse de firme străine, cum sunt: NOTIFIER - S.U.A., APOLLO - FIRE DETECTORS LTD. - Anglia etc.) se clasifică, din punct de vedere constructiv și funcțional, în două grupe de detectoare: *convenționale* și *adresabile*. Ele trebuie să fie compatibile cu centralele de detecție și semnalizare a incendiilor (de exemplu, detectoarele APOLLO sunt compatibile cu centralele de tip SESAM).

În general, detectoarele se compun dintr-o carcasă demontabilă, executată, de regulă, din material plastic alb, care nu întreține arderea și sunt protejate la pătrunderea prafului și a insectelor, putând fi curățate la interior. Componentele traductoare depind de tipul detectorului.

• Detectoare convenționale

Din această grupă fac parte detectoarele:

- de fum cu cameră de ionizare: detecția fumului se face atât pentru foc cu flacără, cât și pentru ardere moacă; detectorul este deosebit de stabil, capabil să suporte rafale de vânt de până



Fig. 2.5.1. Detector de incendiu.

la 12,5 m/s și curenți de aer continui de 6 m/s fără a genera alarme false;

- de fum, fotoelectrice: conține un circuit de eșantionare și memorare, prelucreză semnalul și reduce alarmele false;

- duale, de fum și temperatură, fotoelectrice;

- de temperatură fixă: conțin un circuit de detecție dual, un termistor și declanșează alarma, de regulă, la temperatura de 80 °C;

- de gradient de temperatură: detectează creșterea bruscă a temperaturii prin intermediul unui element static reglat la temperatura de 60 °C;

- de fum, fotoelectrice, cu ieșire pe releu: se pot cupla atât pe centralele de protecție la incendiu, cât și la efracție.

• Detectoare adresabile

Sunt detectoare inteligente, care folosesc o combinație de tehnici digitale și analogice de semnalizare, oferind un plus de fiabilitate și flexibilitate sistemului. Sunt ușor de instalat, protejate la pătrunderea prafului și a insectelor și permit curățarea la interior, carcasa fiind demontabilă. Raportează analogic nivelul fumului către centrala de detecție.

Principalele tipuri de detectoare adresabile sunt următoarele:

- detectoare de fum,

- cu cameră de ionizare;
- fotoelectrice;
- cu fascicul proiectat, compus dintr-un emițător, care proiectează un fascicul de radiații infraroșii către un receptor aflat la distanța maximă de 100 m. Pătrunderea fumului în spațiul dintre emițător și receptor reduce intensitatea spotului monitorizat și alarma este declanșată când fumul ajunge la nivelul prestabilit. Detectorul este dotat cu un microprocesor și, odată instalat, se autocalibreză, iar riscul alarmelor false este redus de autocompensarea internă, necesară din cauza prafului care se depune în timp pe lentile. Obstrucționarea completă a fasciculului de radiații cu un obiect solid, generează un semnal de defecțiune și nu de alarmă;

- *monitoare de incendiu*, analogice, adresabile care pot fi: cu cameră de ionizare; optice; de temperatură etc.

• Detectoare combinate

Sunt detectoare care înglobează mai

Tabelul 2.5.5. Clasificarea depozitelor de lichide combustibile după capacitate

Categorii depozitelor	Capacitatea [m³]	
	Lichide din clasa L I-L II	Lichide din clasa L III-L IV
D ₁	peste 100.000	peste 500.000
D ₂	30.001...100.000	150.001...500.000
D ₃	2.501...30.000	12.501...150.000
D ₄	501...2.500	2.501...12.500
D ₅	51...500	251...2.500
D ₆	11...50	51...250
D ₇	până la 10	până la 50

Observație: În cazul în care se păstrează împreună lichide combustibile din clasele LI - LII cu lichide combustibile din clasele LIII - LIV se echivalează cu 5 m³ de lichid combustibil din clasele LIII - LIV.

multe principii de detecție, printr-un microprocesor, iar semnalul de incendiu este interconționat.

• **Detecitoare independente**

Se utilizează separat, având sursă de energie și semnalizare proprie.

• **Analizoare de gaze de ardere**

Sunt aparate care detectează produsele de bază ale combustiei (ex. CO₂), analizează concentrația lor și semnalizează în caz de incendiu.

2.5.2.2 Centralele de detecție și semnalizare a incendiilor

• **Centrală analogică adresabilă**, pentru detectarea și semnalizarea incendiilor (tip ID-200, NOTIFIER) are, pe o singură buclă, o capacitate totală de 210 puncte individuale adresabile și anume: 99 de adrese pentru detectoare, 99 de adrese pentru diverse module de control și de interfață, 4 circuite de avertizare acustică și 8 rele programabile. În cazul în care sistemul se întinde pe o suprafață foarte mare și accesul la unitatea centrală nu se poate face în timp util pentru a afla care detector a declanșat alarma, informațiile furnizate de centrală pot fi vizualizate pe panouri repetitoare, cu afișare cu cristale lichide (LCD). Aceste panouri pot fi montate la distanțe de până la 2 000 m de unitatea centrală.

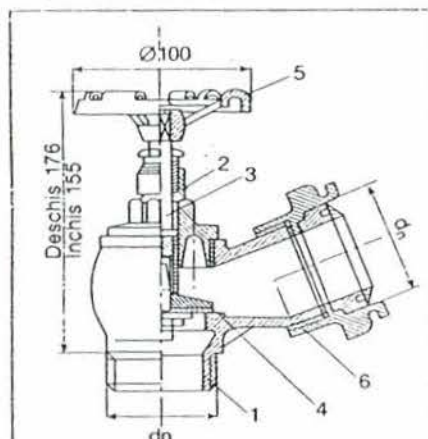


Fig. 2.5.2. Hidrant interior pentru clădiri: 1 - corp hidrant; 2 - cap hidrant; 3 - tijă; 4 - ventil; 5 - roată de manevră; 6 - racord fix C STAS 901.

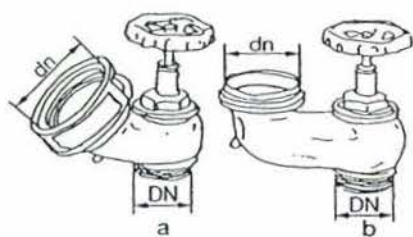


Fig. 2.5.3. Hidranți interiori pentru stingerea incendiilor produși în străinătate: a - robinet de hidrant la 45°; b - idem, la 180°.

• **Centrală convențională**, cu două zone pentru detectarea și semnalizarea incendiului (tip MINICAE, NOTIFIER): intervenția unui detector declanșează semnalul de prealarmare, care poate fi dezactivat manual sau resetat. În cazul persistenței cauzei semnalului de prealarmare, intervenția unui al doilea detector pe aceeași zonă, declanșează alarma, care este memorată.

• **Sistem interactiv multisenzor-multicriteriu**, de detecție a incendiilor ALGOREX-CERBERUS (firma UTI SECURITY SYSTEMS) folosește tehnici moderne de analiză de semnale (primite de la detectoare optice de fum și de temperatură) prin rețele neuronale și logică fuzzy, având un software specializat.

• **Sistem cu inteligență distribuită**, pentru detectarea și semnalizarea incendiilor (promovat de firma UTI SECURITY SYSTEMS) cuprinde nivelurile de:

- achiziție, compus din 5 centrale locale, fiecare având o capacitate de adresare de 200 de puncte de alarmare (200 de detectoare) și indicarea la centrală și la calculatorul de proces a fiecăruia dintre aceștia;

- evaluare: dispeceratul recepționează și decodifică semnalizările și le transmite la calculatorul de proces pe cale serială;

- operare: software-ul de aplicație afișează schemele grafice de ansamblu și de detaliu ale zonelor protejate și starea fiecărui detector;

- detecție și semnalizare precum și de afișare și conectare la imprimantă.

La centralele de semnalizare se pot conecta și aparate de stins incendiu.

Centralele de detecție și semnalizare a incendiilor îndeplinesc și funcția de alarmare în vederea alertării forțelor de intervenție, prin conectarea acestora la serviciile mobile de pompieri.

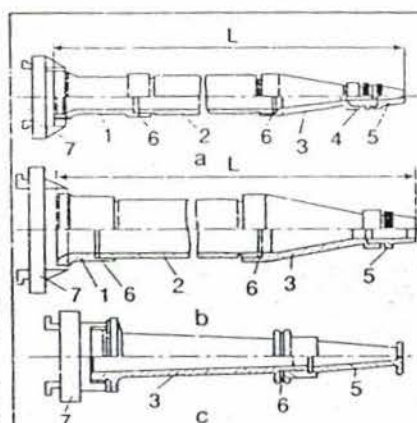


Fig. 2.5.4. Țevi de refulare de mână, simple:

a - varianta I; b - varianta II;

c - varianta III;

1 - tub de racordare; 2 - tub mâner; 3 - ajutor de bază mâner; 4 - ajutor intermediar; 5 - ajutor final; 6 - garnitură; 7 - racord fix.

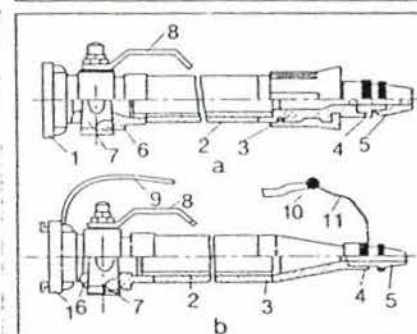


Fig. 2.5.5. Țevi de refulare de mână, cu robinet cu perdea de protecție (tip C):

a - varianta I; b - varianta II;

1 - racord fix C (STAS 701); 2 - tub mâner; 3 - ajutor de bază; 4 - ajutor intermediar; 5 - ajutor final; 6 - corpul robinetului; 7 - cepul robinetului; 8 - cheia robinetului; 9 - chingă; 10 - cataramă; 11 - curea.

Tabelul 2.5.6. Dimensiunile țevelor de refulare de mână, simple (STAS 6264)

Varianta	Mărima țevei	Mărima racordului	Lungimea totală L [mm]	Diametrul de ieșire a ajutoarelor [mm]			Masa [kg]
				ajutorul de bază	ajutorul intermediar	ajutorul final	
I	G 8	C	465	12	10	8	1,200
B	B 12	B	430	20	14	12	1,750
B	B 16	B	430	20	16	18	
II	B 18	B	430	20	-	18	
C	12 C	C	445	20	12	-	0,960
C	14 C	C	445	20	14	-	
C	16 C	C	445	20	16	-	
C	18 C	C	445	20	18	-	
III	D 4	D	200	12	-	4	0,170

Tabelul 2.5.7. Dimensiunile țevelor de refulare tip C (STAS 6782)

Varianta	Mărima țevei	Mărima racordului	Lungimea totală L [mm]	Diametrul de ieșire [mm]			Masa [kg]
				ajutorul de bază	ajutorul intermediar	ajutorul final	
I	12	C	500	20	16	12	0,98
II	8	C	485	12	10	8	1,2
	14	C	490	18	16	14	

2.5.2.3 Hidranți interiori și echipamente de serviciu

• Hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

Hidrantul interior pentru clădiri (STAS 2501, fig. 2.5.2) este un robinet de colț, cu ventil, prevăzut la intrare cu filet exterior pentru racordarea cu o țevă din oțel de 2", iar la ieșire cu filet exterior pentru înșurubarea unui racord fix (STAS 701), la care se racordează furtunul cu țevă de refulare.

Numeroase firme din străinătate (Italia, Anglia etc.) produc o gamă largă de tipodimensiuni de robinete de hidranți interiori și anume (firma CENTRO ITALIA ANTINCEDIO): robinet de hidrant de 45° (fig. 2.5.3a) cu d_n/D_n de 2"/1", 2 1/2"/2", 2 1/2"/2 1/2", 2"/2"; robinet de hidrant la 180° cu d_n/D_n de 1"/1", 1 1/4"/1 1/4", 1 1/4"/1 1/2", 2"/2" (fig. 2.5.3b) etc.

• Țevi de refulare

Pot fi: de mână, simple (STAS 6264, fig. 2.5.4), executate în trei variante, cu dimensiunile redată în tabelul 2.5.6. și tip C de mână, cu robinete (STAS 6782, fig. 2.5.5) executate în două variante, cu dimensiunile redată în tabelul 2.5.7.

• Furtunul de refulare

Hidranții interiori de incendiu se doțează cu furtun tip C (ϕ 50 mm) sau tip B (ϕ 75 mm) de 20 m lungime, cu excepția sâliilor de spectacol unde furtunul are lungimea de 10 m.

Firmele străine produc furtunuri de refulare cu diametre nominale de 25, 38, 45, 52, 63, 70, 80, 100, 125 și 150 mm și cu lungimi variabile, pentru presiuni ale apei de 6, 10, 12, 15, 18 și 20 bar. Furtunul poate fi din cânepă, fibre sintetice sau cauciuc și se așează în cutie sub formă de rolă sau panglică.

• Cutii metalice pentru hidranții interiori

Hidrantul împreună cu echipamentul de serviciu (furtunul și țevă de refulare)

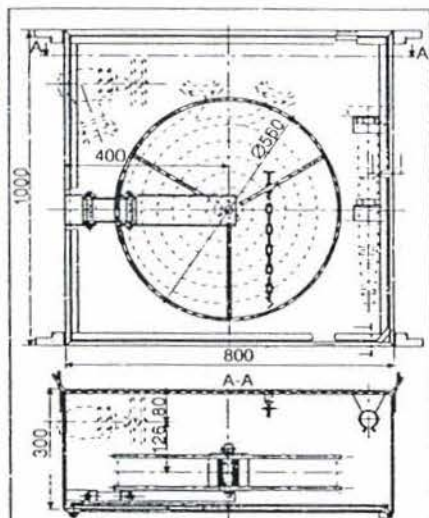


Fig. 2.5.6. Cutie metalică tip I, pentru hidrant interior, de amplasat pe perete.

re) se montează în cutii metalice (STAS 3081, fig. 2.5.6), amplasate în nișe sau fride în zidărie, la înălțimea de 1,35 ÷ 1,50 m de la pardoseală. Cutiile pot fi fixate aparent, direct pe perete sau stâlpi. Cutiile se prevăd cu posibilități de scurgere a apei.

• Racorduri, reducții și accesorii pentru hidranți interiori

Racordurile (produse de firma FEPA Bârlad) pot fi:

- fixe (fig. 2.5.7a) executate în 4 mărimi, în funcție de diametrul de trecere de 18, 45, 65, 100 mm;
- de absorbție (fig. 2.5.7b), executate în 3 mărimi, cu diametre de 18, 62, 96 mm;
- de refulare (fig. 2.5.7c) executate în 4 mărimi, cu diametre de 18, 45, 65 și 100 mm.

Reducțiile de racorduri (fig. 2.5.8) sunt utilizate la îmbinarea tuburilor de refulare. Pentru etanșarea racordurilor se folosesc garnituri din cauciuc.

Pentru asamblarea rapidă a motopompelor la instalația de alimentare cu apă a hidranților interiori, se folosesc grupuri de racorduri cu robinete, pentru montare orizontală sau verticală. Dimensiunile variază în funcție de numărul de hidranți (1, 2, 3 sau 4 hidranți) și de diametrul nominal D_n de la 2 la 4". Pentru divizarea curentului de apă se folosesc distribuitoare, care sunt grupuri de racorduri cu bifurcație sau trifurcație pentru diametre de la 25 la 70 mm.

De mare utilitate pentru personalul operativ (pompierei) este dispozitivul

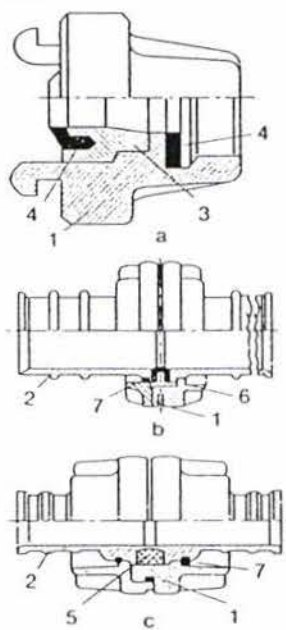


Fig. 2.5.7. Racorduri pentru hidranți interiori:

a - fix; b - de aspirație; c - de refulare; 1 - corp; 2 - țevă; 3 - port garnitură; 4 - garnitură de aspirație sau refulare; 5 - garnitură de refulare; 6 - garnitură de aspirație; 7 - inel de etanșare.

pentru înfășurarea rapidă a furtunului de refulare.

2.5.2.4 Sprinklere

Sunt dispozitive care au o dublă funcție: de detector de incendiu și de dispersare a jetului de apă sub formă de picături pe suprafață protejată împotriva incendiului.

• Tipuri constructive de sprinklere.

Sprinklerul este compus din trei elemente principale:

- corpul sprinklerului, prevăzut cu filet exterior pentru montare la rețeaua de conducte și un ajutor interior, pentru debitarea apei, prevăzut cu scaun de etanșare;
- deflectorul, alcătuit dintr-o piesă de formă specială (rozetă, paletă etc.), fixată de corp, printr-un braț sau un cadru, la o distanță anumită în fața orificiului de refulare a apei. Rolul deflectorului este de a dispersa, în picături de o anumită mărime medie, jetul de apă care iese din ajutor și de a-l distribui astfel încât suprafața aferentă, protejată de sprinkler, să fie udată cât mai uniform. Forma geometrică a deflectorului și natura materialului au un rol determinant în eficiența sprinklerelor.

- dispozitivul de închidere compus dintr-un ventil care este ținut presat pe scaunul de etanșare a orificiului de refulare a apei de către un element de declanșare.

Diferitele tipuri constructive de sprinklere se deosebesc după modul de deschidere a orificiului de evacuare a apei și anume: prin topirea unui aliaj ușor fuzibil; prin topirea unei compoziții chimice ușor fuzibile care susține suportul supapei de închidere; prin spargerea unui tub de sticlă (bulb) datorită dilatării unui lichid aflat în interiorul său, când crește temperatura mediului incendiat etc.

Sprinklerele standard (fig. 2.5.9) din producția românească (firma INOX) au diametrele orificiilor de 12,7 mm (tip standard), respectiv 10,5; 12,0; 12,5 și

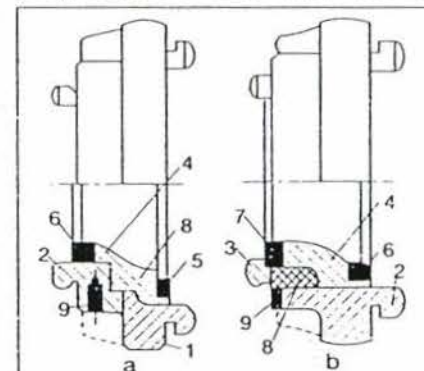


Fig. 2.5.8. Reducții de racorduri:

a - tip A; b - tip B; 1 - corp racord A; 2 - idem, B; 3 - idem, C; 4 - reducere; 5 - garnitură de aspirație A; 6 - garnitură de refulare B; 7 - garnitură de refulare C; 8 - inel; 9 - șurub de fixare fără cap.

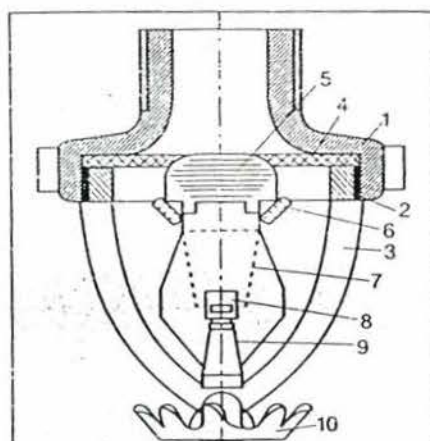


Fig. 2.5.9. Sprinkler tip standard:

1 - corpul din bronz al sprinklerului;
2 - inel din bronz; 3 - cadru de susținere;
4 - diafragmă; 5 - ventil; 6 - închizător;
7; 8; 9 - plăcuțe din aliaj ușor fuzibil;
10 - rozetă (deflector).

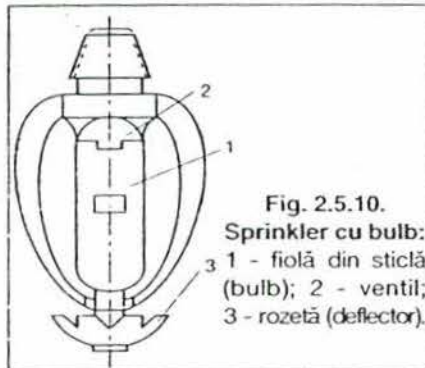
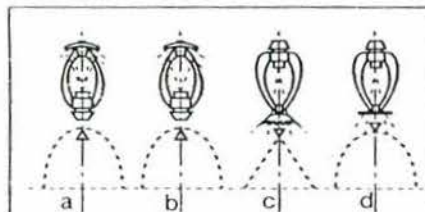
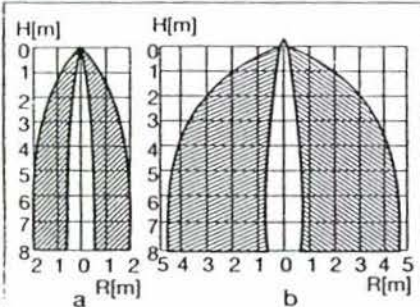
Fig. 2.5.10.
Sprinkler cu bulb:
1 - fiolă din sticlă (bulb); 2 - ventil;
3 - rozetă (deflector).Fig. 2.5.11. Secțiuni verticale prin jeturile de apă ale diferitelor tipuri de sprinklere:
a - standard; b - cu rozetă concavă;
c - cu deflector conic; d - cu deflector în formă de disc plan, prevăzut cu fante pe direcția radială.

Fig. 2.5.12. Formele geometrice ale jetului de apă pentru sprinkler cu diametrul de 10,5 mm:

a - la presiuni de 0,5 - 1,5 bar la orificiul de stopire; b - la presiuni de 2 - 4,5 bar la orificiul de stopire.

Tabelul 2.5.8. Valorile temperaturilor de declanșare a sprinklerelor de tip INOX în funcție de temperaturile mediului ambiant

Trepte ale temperaturii de declanșare, [°C]	Limitile temperaturii mediului ambiant în care se pot monta capetele de sprinklere, [°C]	
	Minimă	Maximă
72	-5 ¹⁾	38
93	-5 ¹⁾	60
141	+5	100
182	+5	140

1) Temperatura minimă -5 °C este specifică numai instalațiilor de sprinklere în sistem aer - apă

14,0 mm și funcționează în modul următor: la atingerea unei anumite temperaturi (produsă de incendiu) numită temperatură nominală, lipiturile se tocesc și cele trei plăcuțe 7, 8 și 9 se desfac. Alături de un sistem de pârghii instabil, ele sunt expulzate împreună cu celelalte componente ale dispozitivului de închidere, sub acțiunea forței exercitate de membrana elastică. Topirea aliajului ușor fuzibil trebuie să se facă rapid și concomitent, astfel ca dispozitivul să cedeze brusc, piesele lui fiind aruncate energic în exterior pentru a nu influența curgerea și dispersarea corectă a apei. În cazul în care această condiție esențială nu ar fi îndeplinită, apa ce s-ar scurge pe aliajul ușor fuzibil la pierderea de etanșeitate ar întârzia sau chiar ar împiedica declanșarea sprinklerului. Odată eliberată secțiunea de trecere a apei prin orificiul sprinklerului, jetul format la impactul cu rozeta este dispersat sub formă de picături pe suprafața incendiată.

Sprinklerul cu bulb (fig. 2.5.10) are orificiul de ieșire a apei închis de o fiolă de sticlă, umplută aproape complet cu un lichid care trebuie să aibă coeficientul de dilatare volumică mare la temperaturi ridicate, căldura specifică mică și temperatura joasă de congelare. În caz de incendiu, lichidul, încălzindu-se, se dilată și la temperatura nominală sparge bulbul. Sub acțiunea presiunii, ventilul sare și apa este proiectată sub formă de jet dispersat în picături, ca urmare a impactului cu deflectorul (rozeta) sprinklerului.

Sprinklerul cu bulb de cuarț funcționează asemănător cu cel cu bulb din sticlă.

• Temperatura de declanșare a sprinklerelor

Este temperatura la care ajunge mediul ambiant și la care dispozitivul de blocare (aliajul fuzibil) al sprinklerului se desface și permite curgerea apei prin orificiul acestuia.

În tabelul 2.5.8. sunt indicate valorile temperaturilor de declanșare a sprinklerelor tip INOX.

Instalațiile cu sprinklere amplasate în încăperi în care temperatura poate să scadă sub +5 °C, se proiectează în sistemul aer-apă, porțiunile din instalație amplasate în încăperi cu pericol de îngheț fiind pline cu aer.

• Forma geometrică a jetului de apă dispersată

În figura 2.5.11 se prezintă secțiunile verticale prin jeturile de apă ale diferitelor tipuri de sprinklere. Caracteristicile jeturilor de apă dispersată se determină experimental (conform STAS 9576/1). În figura 2.5.12. se prezintă formele geometrice ale jetului de apă dispersată pentru sprinklerul tip INOX cu diametrul orificiului de 10,5 mm în funcție de presiunea apei în secțiunea orificiului.

Numeroase firme străine (GRINNELL, SPRAYSAFE, S.E.S. ENGINEERING etc., din Franța, Anglia, Germania, SUA etc.) produc sprinklere într-o gamă largă de tipodimensiuni, dintre care se exemplifică:

- sprinklerul cu declanșare normală (fig. 2.5.13), având încorporat un bulb de sticlă de 5 mm diametru, cu element sensibil la căldură, care declanșează la temperaturi de 57, 68, 79, 93 și 114 °C, cu lungimea corpului de 38 mm, și cu lungimea totală, inclusiv racordul, de 54 mm are diametrul orificiului de 15 mm, pentru care sunt atașate diagramele de stopire (fig. 2.5.13) și curba caracteristică debit-presiune (fig. 2.5.14).

Sprinklerul cu declanșare rapidă, având un bulb special de sticlă subțire, este recomandat pentru camere de hotel și birouri, pentru protecția persoanelor. Sprinklerele cu declanșare normală sau rapidă se pot monta cu capul în sus sau în jos (fig. 2.5.13a), cu capul în sus (fig. 2.5.13b) sau cu capul în jos (fig. 2.5.13c).

2.5.2.5 Drencere

Drencerele (fig. 2.5.15) sunt dispozitive asemănătoare cu sprinklerele, cu deosebirea că nu au dispozitive de închidere, având orificiul permanent deschis.

Drencerele fabricate în țară au diametrele orificiilor de: 8,0; 10,0; 10,5; 12,5 și 14,0 mm, iar drenceul pentru perdele de apă are diametrul de 12,5 mm.

2.5.2.6 Aparat de control și semnalizare (ACS)

• Aparat tip apă-apă

Se folosesc în instalațiile cu sprinklere din clădirile în care nu există pericol de îngheț. Se fabrică cu diametre de 100, 150 sau 200 mm. În figura 2.5.16 se prezintă un ACS tip apă-apă produs de I. M. BACĂU.

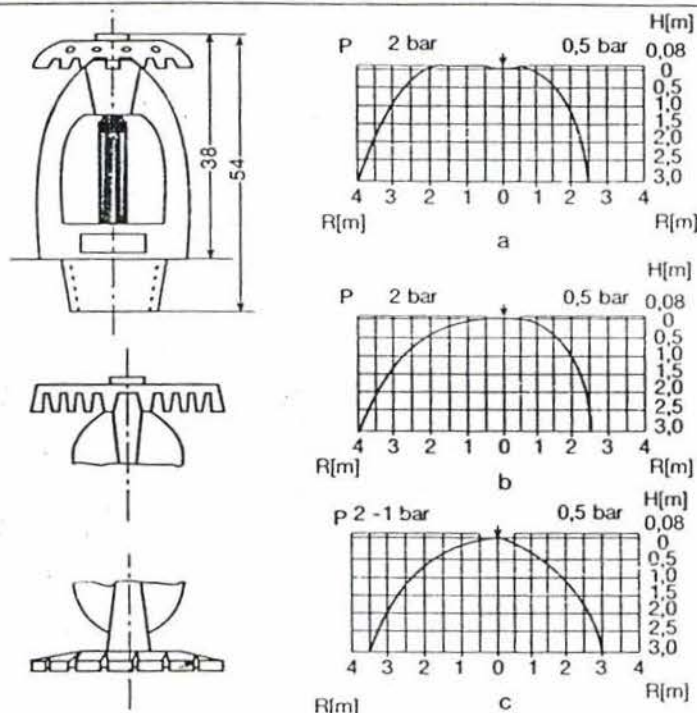


Fig. 2.5.13. Sprinklere cu declanșare normală.

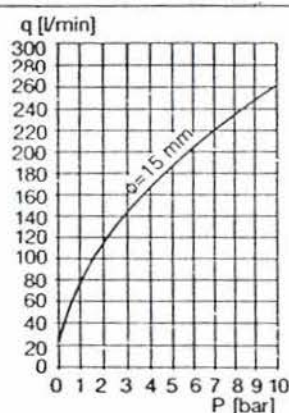


Fig. 2.5.14. Curba caracteristică debit - presiune pentru sprinklere cu declanșare normală.

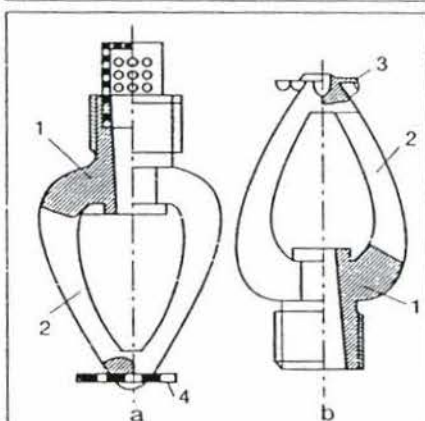


Fig. 2.5.15. Drencere: a - cu rozetă dreaptă și filtru pentru montare cu capul în jos; b - cu rozetă cu zimți îndoiți pentru montare cu capul în sus; 1 - corpul drencherului; 2 - cadru de susținere; 3 - rozetă plată; 4 - rozetă cu zimți.

• Aparate tip aer-apă

Se folosesc în instalațiile cu sprinklere din clădirile în care temperatura în spațiile în care sunt montate sprinklerele poate scădea mult sub 0 °C. Se fabrică cu diametre de 100, 150 și 200 mm. Sunt prevăzute cu accelerator de evacuare a aerului. În figura 2.5.17 se prezintă un ACS tip aer-apă produs de I. M. Bacău.

• Aparate tip apă-apă înseriată cu ACS tip aer-apă

Reprezintă o soluție alternativă pentru instalațiile mixte cu sprinklere în sistem apă-apă și aer-apă.

2.5.2.7 Pulverizatoare

Pulverizatoarele de apă cu deflector conic tip PLUVIA, produse în țară (fig.

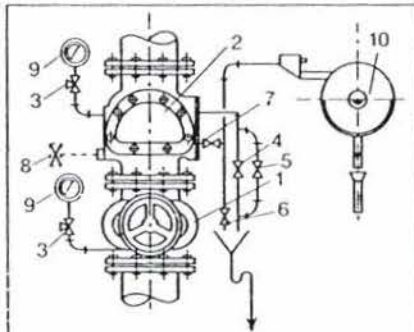


Fig. 2.5.16. Stație centrală de control și semnalizare, tip apă-apă:

1 - robinet principal de închidere; 2 - supapă de alarmă și semnalizare; 3 - robinet cu 3 căi; 4 - robinet cu ventil; 5 - robinet de încercare al sistemului de semnalizare; 6 - dispozitiv de picurare; 7 - robinet de semnalizare; 8 - traductor cu semnalizare electrică; 9 - manometru; 10 - turbină.

2.5.18), se execută cu diametrul orificiului de 6; 7; 8; 10 și 12 mm și au determinate, experimental, diagrama de pulverizare (fig. 2.5.18b) și curba caracteristică debit-presiune (fig. 2.5.18c).

Pulverizatorul tip „ER” (fig. 2.5.19) are diametrul orificiului de 7 mm și este prevăzut cu un filtru sită cu orificii de 3 mm, iar la exterior are filet de 1” pentru montare prin înșurubare la rețeaua de conducte. Jetul pulverizat are formă conică (fig. 2.5.19b). În figura 2.5.19c se prezintă curba caracteristică debit-presiune.

Pulverizatorul ϕ 14 mm (fig. 2.5.20) are diametrul orificiului de refulare de 14 mm și este prevăzut cu filet exterior de 1”.

2.5.2.8 Țevi, fittinguri și armături

Coloanele de alimentare cu apă a hidranților interiori se execută cu țevi din oțel zincat, cu diametrul constant de 2”.

Rețelele exterioare, comune, de alimentare cu apă pentru consum menajer și pentru hidranții interiori, se execută cu țevi din oțel zincat sau din mase plastice (polietilenă, PVC tip G etc.) cu condiția ca rețelele interioare de distribuție să se execute cu țevi din oțel pentru hidranții de incendiu și cu țevi din mase plastice pentru consum menajer și să se facă închiderea din exterior a rețelei menajere în caz de incendiu.

Sprinklerele se alimentează cu apă printr-o rețea separată de conducte, din țevi din oțel, negre sau zincate.

Pe rețeaua de conducte se montează aceleași tipuri de armătură ca și la rețelele de apă potabilă.

2.5.3. Instalații cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

2.5.3.1 Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților

• Echiparea tehnică a clădirilor cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

Echiparea cu hidranți de incendiu interiori a construcțiilor, compartimentelor de incendiu și a spațiilor, potrivit scenariilor de siguranță la foc, se asigură, după caz, la clădirile:

- închise din categoriile de importanță excepțională și deosebită (A și B), încadrate conform legislației în vigoare, indiferent de arie și număr de niveluri;
- publice, administrative și sociale, cu aria construită de cel puțin 600 m² și mai mult de 4 niveluri;
- înalte și foarte înalte, precum și locale cu săli aglomerate, indiferent de ariile construite și numărul de niveluri;
- de producție sau depozitare din categoriile A, B sau C de pericol de incendiu, definite, conform normelor în vigoare, cu arii construite de minimum

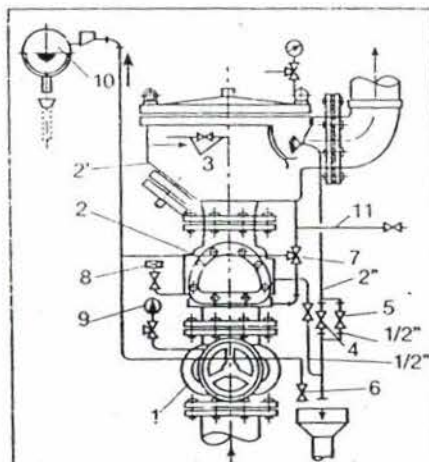


Fig. 2.5.17. Stația centrală de control și semnalizare tip aer-apă:

1 - robinet principal de închidere; 2 - supapă tip apă-apă; 2' - supapă tip aer-apă; 3 - robinet de reținere și robinet de trecere pe conducte de aer; 4 - robinet de golire; 5 - robinet de testare a semnalizării; 6 - dispozitiv de picurare; 7 - robinetul sistemului de semnalizare; 8 - traductor cu semnalizare electrică; 9 - manometru; 10 - turbină; 11 - conducte spre acceferator.

600 m², precum și depozite cu stive înalte (peste 4 m înălțime);

- construcții sau spații publice, administrative, sociale și de producție sau depozitare subterane, cu aria desfășurată mai mare de 600 m²;

- parcaje sau garaje subterane pentru mai mult de 20 de autoturisme și cele supraterane închise cu mai mult de 2 niveluri.

Nu se prevăd hidranți de incendiu in-

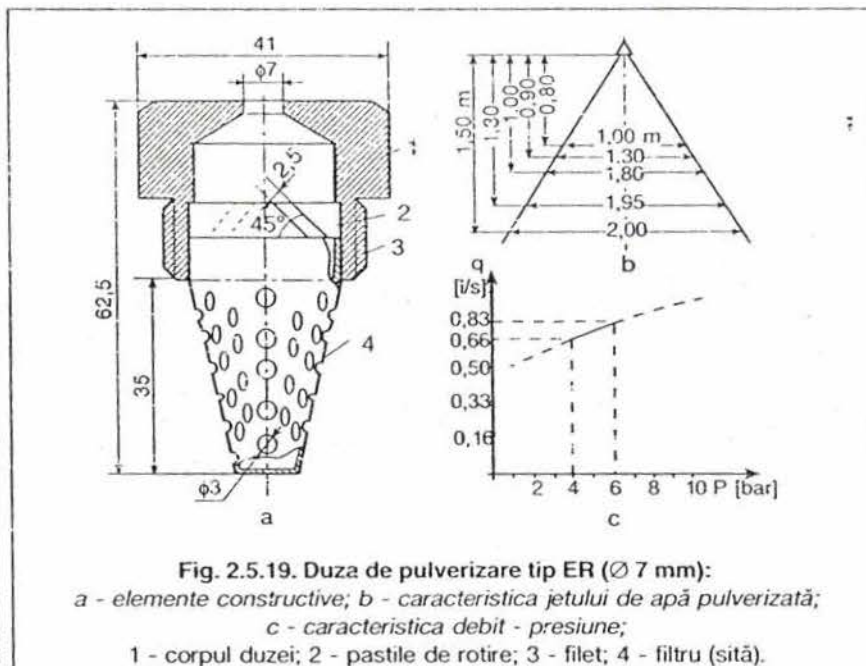


Fig. 2.5.19. Duza de pulverizare tip ER (Ø 7 mm):

a - elemente constructive; b - caracteristica jetului de apă pulverizată; c - caracteristica debit - presiune; 1 - corpul duzei; 2 - pastile de rotire; 3 - filet; 4 - filtru (sită).

teriori atunci când apa nu este indicată pentru stingere sau se asigură stingerea cu alte substanțe (gaze inerte, spumă, abur etc.), precum și la clădirile parter la care se realizează intervenția de la hidranții exteriori cu furtun având lungimea de maximum 40 m.

În funcție de categoriile de pericol sau riscurile de incendiu, de combustibilitatea și valoarea clădirii și a bunurilor, investitorii pot stabili necesitatea echipării și în alte cazuri decât cele enumerate mai sus.

În cazul clădirilor cu mai multe compartimente de incendiu, modul de echipare cu hidranți interiori se va stabili pentru fiecare compartiment în parte, iar gos-

podăria de apă se va dimensiona pentru compartimentul cel mai defavorabil.

- Determinarea numărului de hidranți de incendiu interiori și condițiile de amplasare a lor în clădiri

Numărul de hidranți interiori pentru combaterea incendiilor se determină ținând seama de numărul de jeturi care trebuie să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii și de raza de acțiune a hidrantului.

Raza de acțiune a hidranților se determină cu relația:

$$R = L_j + L_f \quad [m] \quad (2.5.1)$$

în care R este raza de acțiune a hidranților [m] (fig. 2.5.21,a) și L_j - proiecția pe orizontală a lungimii jetului compact dată de relația:

$$L_j = \sqrt{L_c^2 - (h - 1,25)^2} \quad [m] \quad (2.5.2)$$

în care:

- L_c este lungimea jetului compact [m] (tabelul 2.5.9);
- h - înălțimea încăperii în care se montează hidrantul [m];

$L_j \geq 4$ m, distanță minimă de siguranță;

L_f - proiecția pe orizontală a lungimii furtunului [m] (ține seama de sinuozitățile în plan orizontal și vertical ale furtunului).

Jetul compact este acea porțiune a jetului, la capătul căruia 90 % din debitul de apă este conținut într-un cerc cu diametrul de 38 cm și 75 % din debitul total într-un cerc cu diametrul de 25 cm.

La încăperile cu $h = 3 \div 3,5$ m, raza de acțiune a hidrantului se poate considera cu $1,0 \div 2,0$ m mai mare decât lungimea furtunului. Zona teoretică de acțiune a unui hidrant este un cerc având raza egală cu raza de acțiune a hidrantului (fig. 2.5.21b). Raza de acțiune a fiecărui hidrant trebuie stabilită în funcție de necesitatea atingerii fiecărui

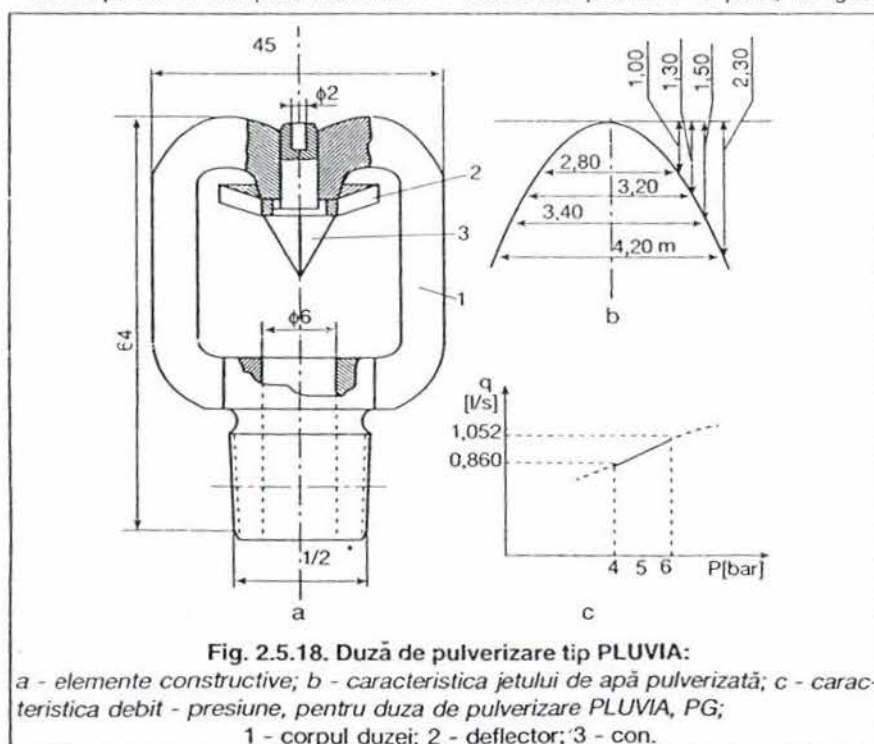


Fig. 2.5.18. Duza de pulverizare tip PLUVIA:

a - elemente constructive; b - caracteristica jetului de apă pulverizată; c - caracteristica debit - presiune, pentru duza de pulverizare PLUVIA, PG; 1 - corpul duzei; 2 - deflector; 3 - con.

punct combustibil din clădire și de lungimea culoarelor de acces dintre utilaje, mobilier, agregate sau materiale depozitate.

În tabelul 2.5.9 se prezintă date referitoare la lungimea minimă a jetului compact, debitul specific minim al unui jet, numărul jeturilor în funcțiune simultană și debitul de calcul al instalației cu hidranți interiori în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate.

Amplasarea hidranților interiori se face astfel încât fiecare punct din interiorul încăperilor să fie protejat de cel puțin:

- două jeturi: în încăperi sau grupuri de încăperi industriale ce comunică prin goluri neprotejate atunci când acestea se încadrează în categoriile A, B sau C de pericol de incendiu și au un volum de peste 1 000 m³, în încăperile civile cu înălțimi mai mari de 45 m, în depozite comerciale sau industriale, în magazine sau expoziții cu exponate combustibile, la săli de spectacole (numai în

sală, scenă, depozitele și atelierele anexe), pentru care în STAS 1478 se prevede în întreaga clădire funcționarea simultană a două sau mai multe jeturi;

- un jet, în celelalte încăperi, inclusiv în cele prevăzute cu instalație automată de stingere.

Jeturile trebuie obținute din hidranții situați pe același palier și în același compartiment de incendiu.

Pe scenele amenajate ale sălilor de spectacole și pe coridoarele de acces la scenă se prevede un număr suficient de hidranți pentru ca să poată acționa simultan cu numărul de jeturi prevăzut în STAS 1478 (tab. 2.5.9).

În sălile de spectacole, atunci când distribuția interioară a clădirii permite, se va amplasa, în sală, un număr suficient de hidranți interiori pentru a putea acționa în fiecare punct al sălii cu cel puțin un jet, iar restul hidranților necesari pentru realizarea cerințelor din STAS 1478 (tab. 2.5.9) se vor amplasa în exteriorul sălii lângă ușă.

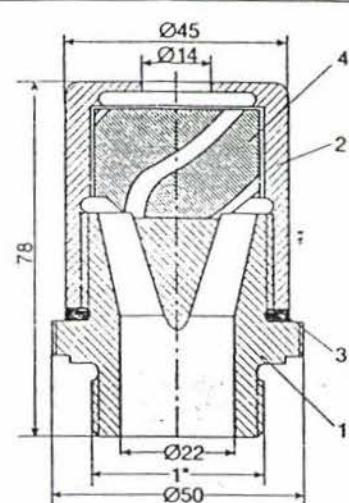


Fig. 2.5.20. Duza de pulverizare Ø 14 mm:

1 - corp cu filet exterior de 1";
2 - carcasă cu orificiu de refulare a apei Ø 14 mm; 3 - garnitură de etanșare; 4 - corp interior cu 4 canale.

Tabelul 2.5.9. Lungimea minimă a jetului compact, debitul specific minim al unui jet, numărul jeturilor în funcțiune simultană și debitul de calcul al instalației cu hidranți interiori în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate (STAS 1478)

Destinația și caracteristicile clădirii protejate	Lungimea minimă a jetului compact L_c [m]	Debitul specific minim al unui jet q_n [l/s]	Numărul jeturilor în funcțiune simultană*	Debitul de calcul al instalației q_c [l/s]
Blocuri de locuințe, clădiri pentru cazare comună, clădiri care adăpostesc birouri, școli, localuri pentru alimentație publică, vestiare, băi și spălătorii publice, gări:				
a) cu un volum mai mic de 25.000 m ³ ;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 25.000 m ³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Clădiri care adăpostesc copii de vârstă preșcolară, instituții medicale, aziluri pentru bătrâni sau infirmi, muzee, expoziții, biblioteci, arhive, clădiri de producție, de depozitare, industriale, garaje, magazine și depozite anexe:				
a) cu un volum mai mic de 5000 m ³ ;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 5000 m ³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concert și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu o capacitate mai mică de 600 locuri:				
a) situate în clădiri de grad I și II de rezistență la foc	9	2,5	2	5,0
b) situate în clădiri de gradul III și IV de rezistență la foc	9	5,0	2	10,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concert și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu o capacitate de 600 locuri sau mai mult	9	5,0	2	10,0
Teatre dramatice sau muzicale, cluburi și case de cultură cu scenă amenajată:				
a) cu mai puțin de 1000 locuri	9	5,0	3	15,0
b) cu 1000 locuri sau mai mult	9	5,0	4	20,0
Clădiri cu înălțime peste 45 m:				
a) cu un volum până la 50.000 m ³ ;	9	5,0	3	15,0
b) cu un volum peste 50.000 m ³	9	5,0	4	20,0

* Cazurile în care 2 jeturi în funcțiune simultană trebuie să atingă, amândouă, fiecare punct din interiorul încăperilor, sunt stabilite prin prescripțiile de specialitate în vigoare.

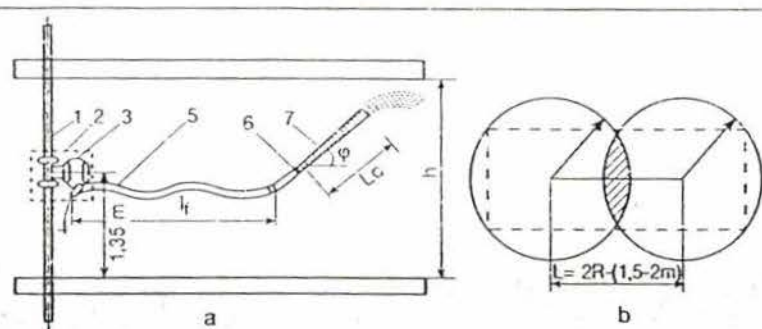


Fig. 2.5.21. Schemă pentru determinarea razei de acțiune a unui hidrant:

a - hidrant interior în funcțiune; b - zona de acțiune a hidrantului;

1 - coloană de alimentare cu apă rece; 2 - nișă; 3 - robinet de hidrant interior pentru incendiu; 4 - racord mobil; 5 - furtun; 6 - teavă de refulare; 7 - jet de apă.

Amplasarea hidranților se face în locuri vizitabile, astfel încât să fie ușor accesibili și folosibili chiar în cazul circulației pentru evacuarea încăperilor. În acest sens, se recomandă montarea lor în casa scârilor, în holuri sau vestibule, pe coridoare, în încăperi amplasate în apropierea intrărilor etc., în locuri protejate de îngheț, urmărindu-se ca jeturile create să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii.

În clădirile civile cu înălțimi mai mari de 28 m, hidranții se amplasează numai pe coridoare sau în încăperile tampon de acces în casele de scări.

În clădirile industriale în care sunt încăperi cu pericol de incendiu diferit, hidranții de incendiu interiori se prevăd pentru a servi numai zonele în care există materiale, elemente sau substanțe combustibile ce pot fi stinse cu apă.

În zonele unde există carburanți, lubrefianți sau alte lichide combustibile, la hidranți, se pot prevedea dispozitive

de stingere cu spumă.

În figura 2.5.22 se prezintă amplasarea în plan a hidranților dintr-o hală industrială, în două variante de atingere a fiecărui punct combustibil, cu un jet sau cu două jeturi de apă.

La clădirile industriale monobloc, la care nu se poate asigura protecția întregii suprafețe de la hidranții exteriori, se prevăd hidranți interiori pe tunelurile speciale de evacuare, care să funcționeze în condițiile prevăzute pentru hidranții exteriori.

Hidranții interiori se pot monta aparent sau îngropat, marcându-se conform STAS 297/1.

Pe timp de noapte sau în locurile unde se desfășoară activități la lumină artificială, marcarea hidranților se va face prin iluminat de siguranță.

În clădirile închise ale depozitelor cu stive înalte (cu înălțime mai mare de 4 m), clădiri industriale monobloc, garaje mari etc. se admite ca hidranții interiori, necesari pentru protejarea zonelor ce nu pot fi

acoperite cu jeturile celor montați pe pereți sau pe stâlpi, să fie amplasați la nivelul pardoseli sau îngropați în pardoseală, în cutii speciale, corespunzătoare.

Nișele hidranților nu trebuie să străpungă pereții antifoc, pe cei care despart încăperi cu pericol de incendiu diferit sau care delimitează căi de evacuare. În cazul în care se montează în nișă, rezistența la foc a peretelui trebuie să rămână neschimbată.

• Rețele de conducte pentru alimentarea cu apă a hidranților de incendiu interiori

Rețelele interioare care alimentează cu apă mai mult de 8 hidranți pe nivel se proiectează înelare și se prevăd cu două racorduri la rețeaua exterioară.

Rețelele interioare de hidranți, având timpul teoretic de funcționare de 60 min și mai mare, se prevăd cu racorduri fixe, amplasate în exteriorul clădirilor, pentru alimentarea cu apă de la pompele mobile de incendiu.

Presiunea minimă la țeava de refulare - în cazul utilizării dispozitivelor de pulverizare și a țevilor de refulare universale - este de minimum 2,5 bar.

Instalațiile se proiectează astfel încât să se poată acționa imediat la izbucnirea incendiului. Se admite pornirea pompelor și robinetelor cu acționare electrică de la distanță, prin butoane.

La proiectarea instalațiilor cu hidranți interiori, pentru clădirile civile foarte înalte, de peste 45 m, se respectă următoarele:

- se prevăd minimum 2 coloane de alimentare, dimensionate astfel încât fiecare să asigure un debit de apă pentru incendiu de 15 l/s pentru clădirile cu volum până la 50 000 m³ și de 20 l/s pentru clădirile cu un volum mai mare de 50 000 m³;

- pe fiecare nivel se prevăd cel puțin 2 hidranți a câte 2,5 l/s, amplasați, de regulă, unul față de altul, la o distanță de 5 m și astfel ca fiecare punct al clădirii să fie atins de 2 jeturi a 2,5 l/s alimentate de la coloane diferite;

- conductele se leagă în inel și se prevăd cu robinete de închidere, astfel încât să nu existe pericolul scoaterii din funcțiune a mai mult de 5 robinete pe nivel;

- se prevăd robinete și pe coloane, din 5 în 5 niveluri;

- se prevede sigilarea robinetelor în poziție "normal deschis";

- pe conducta principală a rețelei de distribuție se prevede o conductă cu D_n 100 mm cu robinet de închidere, ventil de reținere și 2 racorduri fixe tip B, amplasate pe peretele exterior al clădirii, în nișe cu geam, marcate cu indicatoare, la înălțimea de maximum 1,40 m de la nivelul trotuarului clădirii, astfel încât să fie posibilă alimentarea

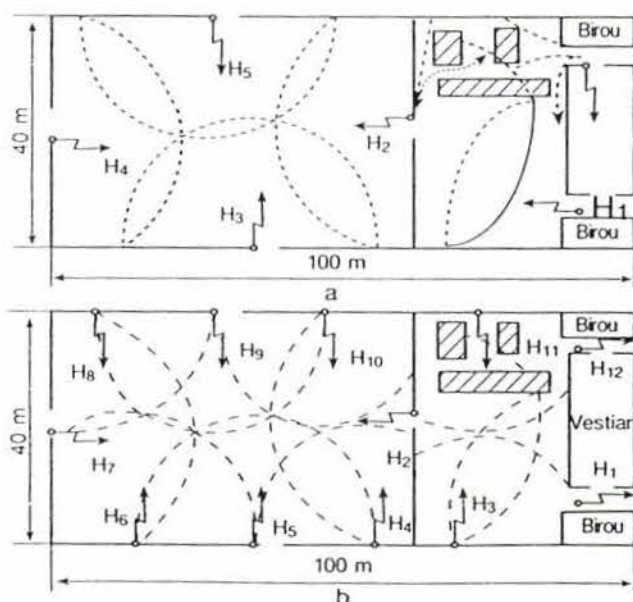


Fig. 2.5.22. Amplasarea hidranților de incendiu într-o hală industrială:

a - fiecare punct este stropit de 1 singur jet;

b - fiecare punct este stropit de 2 jeturi.

instalației interioare direct de la pompele mobile de incendiu.

Instalațiile prevăzute cu hidranți, amplasate în spații cu pericol de îngheț vor fi dotate cu armături de golire dispuse în imediata apropiere a robinetului de secționare (electrovane).

• Coloane uscate

Sunt instalații fixe, rigide, montate în interiorul construcțiilor, utilizate numai de serviciile de pompieri.

Se prevăd coloane uscate la toate construcțiile cu înălțimea mai mare de 28 m, măsurată de la cota terenului.

Construcțiile dotate cu colcane uscate au și instalații de stingere cu apă a incendiilor.

Pentru alimentare, se asigură accesul mașinilor de pompieri în orice anotimp, fără ca distanța de la calea de acces cea mai apropiată față de racordul de alimentare să depășească 40 m.

Racordul de alimentare al coloanei uscate (de tipul B) se amplasează pe peretele exterior al clădirii și se obținează cu un racord înfundat, la baza coloanei prevăzându-se ventil de reținer și robinet de golire.

Racordul se montează la loc vizibil, separat de orice alt racord, la o înălțime de maximum 1,50 m față de sol și cu o înclinare de 45° față de verticală.

Pentru recunoaștere, racordul de alimentare se marchează prin indicator "COLOANĂ USCATĂ".

Se instalează coloană independentă pentru fiecare compartiment de incendiu.

Conducta de legătură (orizontală) cu coloana uscată trebuie să fie cât mai scurtă și astfel proiectată încât să asigure golirea întregii cantități de apă. Această conductă trebuie să treacă prin locuri accesibile în subsol sau parter, fără a traversa tuneluri de cabluri, ghene ale instalațiilor sanitare sau golul liftului. Coloana uscată propriu-zisă se montează în zona de acces a scării, în casa scării sau în ghene adiacente acesteia. Ea poate fi aparentă sau îngropată. Când se montează mascat, în grosimea peretelui, acesta trebuie să aibă o rezistență la foc conform reglementărilor în vigoare. Traseul coloanei uscate este vertical, admitându-se, în situații justificate tehnic, deviații locale.

Pentru recunoaștere, punctele de alimentare și racordul se marchează conform STAS 297/1.

Coloanele uscate au diametrul de 75 mm și racordurile pentru furtun de tip C.

Pe fiecare nivel, înaintea racordului pentru furtun, se prevede un robinet.

Racordurile pentru furtun se amplasează în casa scării sau în zonele de acces la scări, în funcție de construcție, astfel încât să se poată servi

Tabelul 2.5.10. Presiunea disponibilă la ajutorul țevii de refulare, H_i debitul specific q_{th} și diametrul d al orificiului ajutorului final al țevii de refulare cu care se echipează hidrantul de incendiu, în funcție de lungimea jetului compact L_c (STAS 1478)

Lungimea jetului compact	Diametrul orificiului final d [mm]							
	14		16		18		20	
	H_i [kPa]	q_{th} [l/s]	H_i [kPa]	q_{th} [l/s]	H_i [kPa]	q_{th} [l/s]	H_i [kPa]	q_{th} [l/s]
6	-	-	-	-	75,4	3,04	74,8	3,75
6,4	-	-	82,5	2,50	81,1	3,15	80,0	3,90
7	-	-	91,6	2,64	89,7	3,31	88,6	4,10
8	-	-	106,1	2,84	104,0	3,58	102,5	4,40
9	-	-	121,6	3,05	119,2	3,80	116,9	4,70
10	142,7	2,52	137,8	3,24	134,4	4,05	131,4	5,00
11	161,4	2,68	155,5	3,43	150,9	4,29	147,4	5,30
12	181,5	2,84	173,1	3,63	167,7	4,53	163,3	5,60
13	202,1	3,01	192,3	3,82	185,6	4,75	180,5	5,85
14	225,1	3,61	212,9	4,03	204,5	5,00	198,2	6,15
15	249,7	3,34	235,4	4,23	224,6	5,25	217,8	6,45

Tabelul 2.5.11. Valorile coeficientului ϕ

d , [mm]	12	14	16	18	20	22
ϕ	0,0183	0,0149	0,0214	0,0105	0,0090	0,0077

fiecare nivel.

Înălțimea maximă de montare a racordurilor pentru furtun este de 1,5 m față de pardoseală.

Este necesar să existe spațiu suficient pentru racordarea furtunurilor și manevrarea robinetelor.

Racordurile pentru furtun se pot monta aparent sau îngropat. Ele se marchează cu inscripția: "RACORD INCENDIU".

Se menționează în proiect că presiunea de încercare a coloanelor uscate este de 25 bar.

Coloanele se prevăd și se execută din țevi metalice protejate anticorrosiv.

2.5.3.2 Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor

• Stabilirea numărului de hidranți de incendiu interiori în funcțiune simultană

În tabelul 2.5.9 se prezintă (după STAS 1478) numărul de jeturi în funcțiune simultană și lungimea jetului compact pentru hidranții interiori, în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate împotriva incendiului.

• Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor

Debitul specific al unui hidrant interior, q_{th} și debitul de calcul al instalației se determină în funcție de lungimea jetului compact necesar intervenției, destinația și caracteristicile construcției protejate.

Lungimea jetului compact - măsurată pe traiectoria sa - se alege din tabelul 2.5.10 (după STAS 1478) astfel încât să se asigure intervenția pentru stingerea în cele mai îndepărtate puncte combustibile din spațiul încăperilor.

Debitul specific, lungimea jetului

compact și numărul jeturilor în funcțiune simultană nu trebuie să fie mai mici decât valorile indicate în tabelul 2.5.9.

Debitul q_{th} , al jetului de apă, se determină cu relația:

$$q_{th} = 0,00351 \cdot \mu \cdot d^2 \cdot \sqrt{10H} \quad [\text{l/s}] \quad (2.5.3)$$

în care:

- $\mu = 0,97 \div 0,98$ este coeficientul de debit;

- d - diametrul ajutorului țevii de refulare a apei [mm];

- H_i - presiunea necesară la ajutorul țevii de refulare a apei [bar], determinată de relația

$$H_i = 0,981 \frac{L_c}{\frac{1}{\alpha} - \phi \cdot L_c} \quad [\text{bar}] \quad (2.5.4)$$

- L_c - lungimea jetului compact [m];

- $\alpha = 1,19 + 80 (0,01 L_c)^4$ - coeficient experimental;

- ϕ - coeficient experimental depinzând de diametrul d al ajutorului țevii de refulare a apei și având valorile date în tabelul 2.5.11.

Pe baza relațiilor (2.5.3) și (2.5.4) au fost calculate datele redate în tabelul 2.5.10. Dacă la alegerea mărării diametrului d al ajutorului țevii de refulare în funcție de lungimea jetului compact L_c , rezultă debite mai mari decât cele minime de calcul date în tabelul 2.5.9, se iau în considerare, la dimensionarea instalației interioare de alimentare cu apă a hidranților, datele din tabelul 2.5.10.

Presiunea minimă necesară la robinetul hidrantului interior pentru incendiu trebuie să acopere pierderile totale de sarcină în furtun și să asigure formarea unor jeturi compacte cu caracteristicile din tabelele 2.5.9. și 2.5.10.

Debitul de calcul necesar dimensionării instalației de alimentare cu apă a

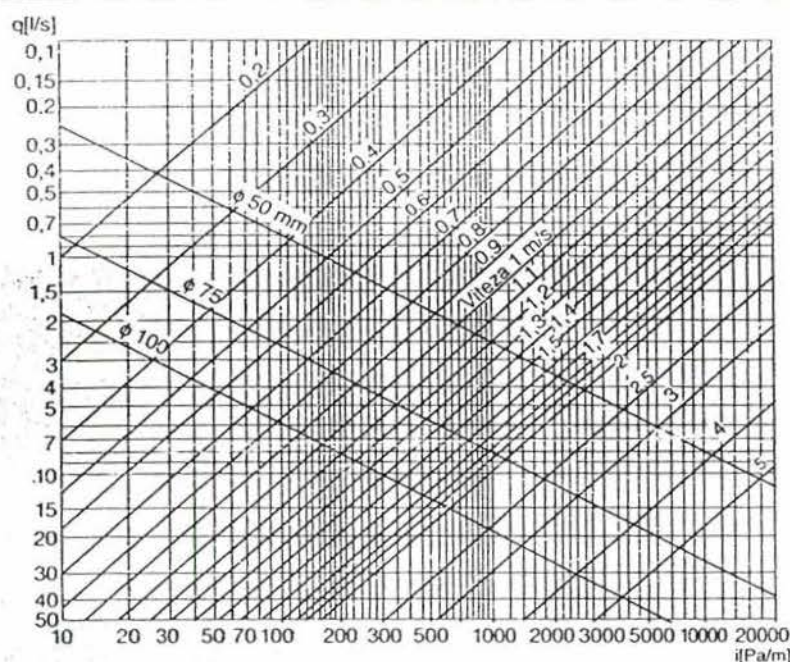


Fig. 2.5.23. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină unitară prin furtunul de câneapă.

hidranților interiori pentru incendiu se determină astfel:

- când alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea comună cu alimentarea cu apă potabilă sau industrială, debitul de calcul se determină adăugând la debitul de incendiu al hidranților (stabilit conform STAS 1478, tabelele 2.5.9. și 2.5.10), debitul maxim de apă potabilă sau industrială stabilit conform STAS 1478 sau a altor prescripții tehnologice, cu excepția a 85 % din debitul de calcul necesar dușurilor și a debitului pentru spălări tehnologice și a pardoselilor care nu se iau în calcul;

- când alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea sepa-

rată, debitul de calcul și numărul de jeturi în funcțiune simultană se determină conform datelor din tabele 2.5.9. și 2.5.10.

Se menționează că în cazul funcționării simultane a doi hidranți, rețeaua de conducte se dimensionează considerând că cei doi hidranți sunt amplasați la același nivel al clădirii, dar pe coloane alăturate.

• Dimensionarea coloanelor și calculul pierderilor totale de sarcină.

Pentru dimensionarea conductelor se folosesc nomogramele din fig. 2.4.62 pentru țevi din oțel pentru apă rece și, respectiv, din figurile 2.4.64, 2.4.66, 2.4.67a pentru țevi din mase plastice (pentru porțiunile comune ale

rețelelor de alimentare cu apă pentru consum menajer sau industrial și pentru incendii), ținând seama că viteza maximă admisă a apei este de 3 m/s;

Pierderile totale de sarcină se determină cu relația:

$$h_r = h_{rc} + h_{rl} \quad [\text{Pa}] \quad (2.5.5)$$

în care:

- h_{rc} reprezintă pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul rețelei de conducte de la hidrantul de incendiu spre punctul de alimentare cu apă al instalației, calculate, cu nomograma din figura 2.4.62 [Pa];

- h_{rl} = $i_l l$ - pierderea de sarcină liniară pe furtunul de racord al hidrantului la țeava de refulare [Pa];

- i_l - pierderea de sarcină liniară unitară a apei la trecerea prin furtunul din câneapă, care poate fi determinată cu nomograma din figura 2.5.23 [Pa];

- l - lungimea furtunului [m].

• Sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} pentru alimentarea cu apă a instalației cu hidranți interiori pentru incendiu

Se determină cu relația:

$$H_{nec} = H_{gh} + H_i + h_r \quad [\text{Pa}] \quad (2.5.6)$$

în care:

- H_{gh} este înălțimea geodezică a hidrantului de incendiu, amplasat la cota cea mai mare față de un plan de referință unic admis [m] transformat [Pa];

- H_i - presiunea necesară la ajutorul țevii de refulare transformat [Pa];

- h_r - suma pierderilor totale de sarcină calculate cu relația (2.5.5) [Pa].

Exemplul de calcul 1

Se dimensionează instalația interioară de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor cu hidranți interiori din figura 2.5.24, aferentă unei clădiri pentru învățământ superior cu parter și 4 etaje (P+4), având un volum construit de 24 000 m³.

Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer al clădirii, se execută cu țevi din PVC tip 60.

Rezolvare. Din tabelul 2.5.9 rezultă necesar un singur jet în funcțiune având $q_{th} = 2,5$ l/s și lungimea minimă a jetului compact de 6 m.

Din tabelul 2.5.10, pentru un jet compact de 6,4 m lungime, la un diametru al orificiului țevii de refulare de 16 mm se obține debitul specific $q_{th} = 2,5$ l/s la o presiune necesară $H_i = 82,5$ kPa considerată ca presiune de utilizare.

Întrucât instalația interioară de alimentare cu apă rece se execută cu conducte din PVC 60, rețeaua interioară de alimentare cu apă pentru hidranți va fi separată de cea pentru consum menajer și va fi executată cu țevi din oțel zincat. În acest caz, fiecare tronson se va calcula la debitul de 2,5 l/s.

Calculul hidraulic este sistematizat în

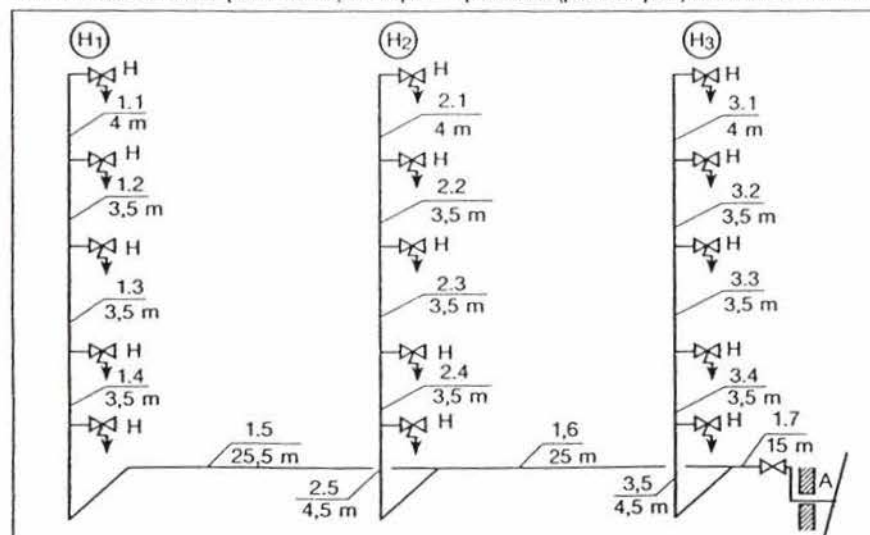


Fig. 2.5.24. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori, aferente unei clădiri pentru învățământ superior având P + 4 etaje:
H - hidrant interior pentru incendiu; H₁, H₂, H₃ - coloane de hidranți.

Tabelul 2.5.12. Calculul hidraulic al instalației de combatere a incendiilor cu hidranți interiori la o clădire pentru învâlmânt superior, a cărei schemă este prezentată în fig. 2.5.24 (exemplul de calcul 1)

Număr tronsoan	q [l/s]	l sau L _c [mm]	d [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	il [Pa]	Σ(il) [Pa]	Σξ	h _{ri} [Pa]	Σh _{ri} [Pa]	Σ(il+h _{ri}) [Pa]	H _i [Pa]	H _g [mH ₂ O] [Pa]	H _{nec} [Pa]
Ajutaj	2,5	6,4	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furtun	2,5	20	50	1,20	981	19620	19620	-	-	-	-	-	-	-
1.1...1.7	2,5	80	60,3	1,20	500	40000	59620	20,7	14900	14900	74520	82500	152055	152500
														309075

tabelul 2.5.12. La completarea lui s-a ținut seama de următoarele observații:

- tronsoanele de pe coloanele 2 și 3 au aceleași diametre ca și cele de pe coloana 1;

- întrucât toate tronsoanele au același debit de 2,5 l/s, acestea nu s-au mai calculat separat, considerându-se un singur tronson cu lungimea egală cu suma tronsoanelor componente (tronsoanele 1.1 ÷ 1.7; l = 80 m);

- pierderile de sarcină pe furtun s-au determinat cu ajutorul nomogramei din figura 2.5.23;

- pierderile de sarcină liniare au fost determinate folosind nomograma din figura 2.4.62, iar pentru pierderile de sarcină locale nomograma din figura 2.4.68.

- calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locală Σξ (fig. 2.4.68):

Tronsoane 1.1. ... 1.7.

7 teuri de trecere 7 x 0,5 = 3,5

1 tei de derivație 1 x 2,0 = 2,0

5 coturi D_e 60,3 mm 5 x 1,0 = 5,0

1 robinet 1 x 8,0 = 8,0

cu ventili drept

1 robinet de hidrant 1 x 2,2 = 2,2

Total 20,7

- Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației este:

$$H_{nec} = H_g + H_i + h_r = 152,055 + 82,5 + 74,52 = 309,075 \text{ kPa,}$$

în care înălțimea geodezică are valoarea:

$$H_g = 4 \times 3,5 + 1 \times 1,5 = 15,5 \text{ m} = 152,055 \text{ kPa.}$$

Exemplul de calcul 2

Se dimensionează instalația de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor la un cămin studențesc cu parter și 5 etaje (P+5), având un volum construit de 12 000 m³. Înălțimea unui etaj este de 2,80 m.

Schema izometrică de calcul este prezentată în figura 2.5.25. Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută cu țevi din oțel zincat. Regimul de furnizare a apei este de 9 h, iar temperatura apei calde de consum este de 60 °C.

Rezolvare: Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută cu țevi din oțel zincat, cele două instalații (de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor) având o rețea de distribuție comună. Din tabelul 2.5.9 se

stabilește necesitatea unui singur jet în funcțiune, având $q_h = 2,5 \text{ l/s}$ și $L_c = 6 \text{ m}$.

Din tabelul 2.5.10, la un jet compact de 6,4 m și pentru diametrul orificiului țevii de refulare de 16 mm rezultă un debit specific $q_h = 2,5 \text{ l/s}$ la $H_i = 82500 \text{ Pa}$, considerată ca presiune de utilizare. Rețeaua de distribuție a apei reci fiind comună, pentru asigurarea circulației și în coloanele de hidranți, acestea s-au legat la câte un obiect sanitar (robinetul R de pe coloanele M₁ și M₄, fig. 2.5.25).

Pe tronsoanele ce alimentează cu apă diferite obiecte sanitare, debitul de calcul se stabilește în funcție de suma debitelor specifice a robinetelor și 0,7 din suma debitelor specifice ale batierei, având în vedere că temperatura apei calde este de 60 °C.

Pe tronsoanele care alimentează cu apă diferite obiecte sanitare, inclusiv dușurile și hidranții interiori, debitul de calcul q_{ci} se stabilește prin însumarea debitului de calcul al obiectelor sanitare, notat ca debitul de calcul pentru consum

menajer q_{cm} și debitul de calcul pentru hidranții de incendiu, notat q_{ci} .

Întrucât presiunea necesară la un hidrant este cu mult mai mare decât la oricare obiect sanitar, calculul hidraulic s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, de la primul hidrant de pe coloana H₁ (tronsoanul 1.a, fig. 2.5.25) și de la legătura coloanei H₁ la robinetul R (tronsoanul 1, fig. 2.5.25) și este redat în tabelul 2.5.13, anexa 2.5.1.

Dimensionarea conductelor cu țevi din oțel zincat pentru apă rece s-a efectuat folosind nomograma din figura 2.4.62.

Pentru calculul pierderilor de sarcină liniare ale apei la curgerea prin furtunul din căneapă cu diametrul de 50 mm s-a folosit nomograma din figura 2.5.23.

Calculul pierderilor de sarcină locale s-a efectuat folosind nomograma din figura 2.4.68.

În punctul A de alimentare cu apă a instalației a rezultat sarcina hidrodinamică

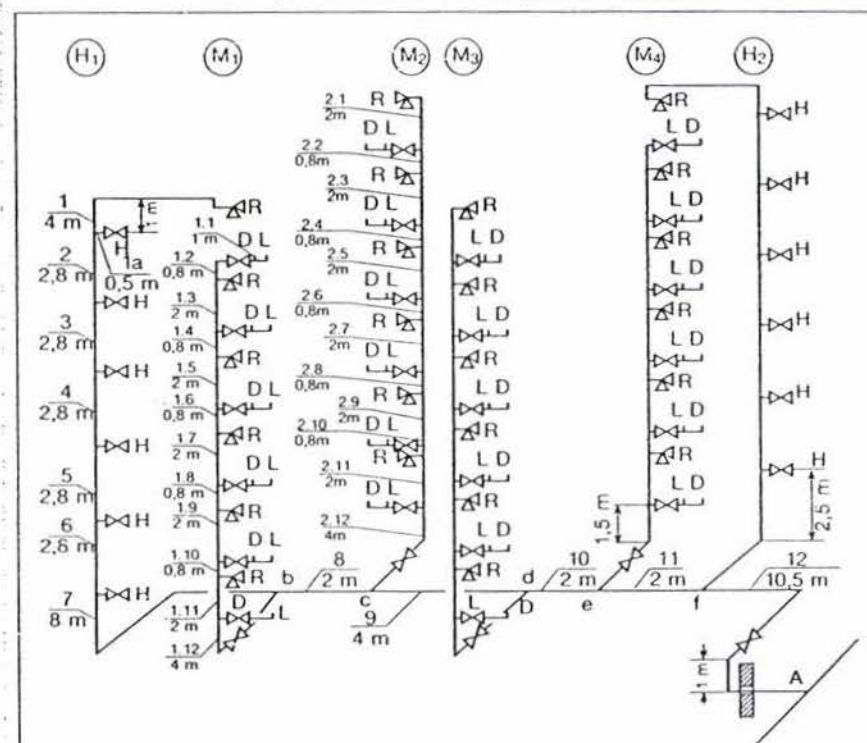


Fig. 2.5.25. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori de incendiu și pentru consum menajer la un cămin de studenți cu P + 5 etaje:

H - hidrant interior de incendiu; L - lavoar; D - duș; R - robinet pentru rezervor de closet; H₁, H₂ - coloane de hidranți; M₁...M₄ - coloane de alimentare cu apă rece pentru consum menajer.

necesară $H_{hec}=318877$ Pa anexa 2.5.1.

Tronsoanele coloanelor M_1 ; M_2 ; M_3 ; M_4 și H_2 racordate la traseul principal, respectiv, în punctele b; c; d; f se dimensionează la presiunile disponibile în nodurile respective $H_b = 286756$ Pa; $H_c = 289496$ Pa; $H_d = 296096$ Pa; $H_e = 297236$ Pa și $H_f = 298479$ Pa.

Tronsoanele 1.1 ÷ 1.12 care alcătuiesc coloana M_1 se dimensionează la sarcina (presiunea) disponibilă $H_b = 286756$ Pa, folosind viteze ale apei până la 2 m/s (viteza maximă admisă), rezultând în nodul b sarcina (presiunea) efectivă $H_{efb} = 265072$ Pa.

Diferența (excesul) de presiune $H_2 = H_b - H_{efb} = 286756 - 265072 = 21684$ Pa poate fi consumată în robinetul de reglare montat la baza coloanei M_1 (pe tronsonul 1.12, figura 2.5.25).

Coloanele M_2 și M_3 având aceeași configurație geometrică, aceleași lungimi ale tronsoanelor și aceleași debite de calcul, vor avea aceleași diametre ale tronsoanelor similare, în condițiile în care dimensionarea s-a efectuat cu viteze ale apei până la limita vitezei admise de 2 m/s. Situația este similară pentru coloanele M_1 și M_4 .

Diferențele de presiuni din nodurile c, d și e respectiv, sunt consumate în robinetele de reglare montate la baza fiecărei coloane.

Coloana H_2 este identică cu coloana H_1 , iar presiunea în exces în nodul f este: $H_f = 298479 - (286756 - 3 \times 500) = 13223$ Pa.

Din presiunea disponibilă în punctul b de 286756 Pa s-a scăzut diferența de pierdere de sarcină liniară de 3×500 Pa, deoarece traseul pe coloana H_2 este mai mic cu 3 m decât cel de pe coloana H_1 .

- Calculul sumei coeficienților de pierdere de sarcină locală $\Sigma \xi$ (fig.2.5.25):

Tronson: 1;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
3 coturi D_e 17,1 mm	$3 \times 2,0 = 6,0$
1 robinet cu ventil drept D_n 10 mm	$1 \times 16,0 = 16,0$
Total	22,5

Tronson: 1a;	
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 robinet cu ventil drept D_n 50 mm	$1 \times 8,0 = 8,0$
Total	10,0

Tronsoane: 2...7;	
6 teuri de trecere	$6 \times 0,5 = 3,0$
2 coturi D_e 60,3 mm	$2 \times 1,0 = 2,0$
Total	5,0

Tronsoane: 8...11;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
Total	0,5

Tronson: 12;	
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
3 coturi D_e 60,3 mm	$3 \times 1,0 = 3,0$
1 robinet cu ventil înclinat D_n 50	$1 \times 2,2 = 2,2$

Tronson: 1.1;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 cot D_e 21,4 mm	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	2,5

Tronson: 1.2;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 cot D_e 21,4 mm	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 robinet cu ventil drept D_n 15	$1 \times 13,0 = 13,0$
Total	15,5

Tronsoane: 1.3 ... 1.11; 2.2 ... 2.11;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
Total	0,5

Tronson: 2.1;	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 cot D_e 17,1 mm	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 robinet cu ventil drept D_n 10	$1 \times 16,0 = 16,0$
Total	18,5

Tronsoane: 1.12; 2.12;	
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 cot D_e 42,4 mm	$1 \times 1,2 = 1,2$
1 robinet cu ventil drept D_n 32	$1 \times 9,0 = 9,0$
Total	12,2

2.5.4. Instalații automate cu sprinklere pentru combaterea incendiilor

2.5.4.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații automate cu sprinklere

Instalațiile cu sprinklere au rolul de a detecta, semnaliza, localiza și stinge incendiul, folosind apa ca substanță (agent) de stingere. Superioritatea acestor instalații față de celelalte sisteme automate de protecție cu apă este determinată, în special, de faptul că sprinklerele se declanșează individual și acționează numai asupra ariei incendiate, evitând astfel udarea inutilă a zonelor necuprinse de incendiu.

Instalațiile cu sprinklere trebuie să fie oportune în timp real, adică să intre automat în funcțiune la parametrii necesari, pentru a limita (localiza) focarul și a acționa eficient la stingerea incendiului. Această oportunitate trebuie să fie permanentă, având în vedere caracterul aleator al izbucnirii unui incendiu.

Deși au un domeniu larg de aplicare, instalațiile cu sprinklere nu au eficacitate maximă în spațiile în care densitatea sarcinii termice $[MJ/m^2]$, combustibilitatea, starea de divizare și așezare a materialelor combustibile determină o viteză de propagare a incendiului superioară vitezei cu care se încălzesc și se declanșează, succesiv, capetele sprinklerelor. În astfel de cazuri este recomandabil să se folosească protecția contra incendiilor prin alte sisteme, cu declanșare rapidă. De asemenea, temperatura nominală de declanșare a sprinklerelor trebuie să fie mai mare decât temperatura mediului în care sunt montate, conform precizărilor

producătorului.

Echiparea tehnică a clădirilor, compartimentelor de incendiu și încăperilor, cu instalații automate cu sprinklere, potrivit scenariilor de siguranță la foc elaborate, se face în conformitate cu legislația actuală în acest domeniu (în special cu Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare I - 9) și se realizează, după caz la:

- construcții închise din categoriile de importanță excepțională și deosebită (A și B), încadrate conform legislației în vigoare, cu densitatea sarcinii termice mai mare de 420 MJ/m^2 ;
- clădiri înalte și foarte înalte cu densitatea sarcinii termice peste 420 MJ/m^2 , cu excepția locuințelor;
- platourile de filmare amenajate și închise, cu arii mai mari de 150 m^2 , inclusiv buzunarele, depozitele și atelierelor anexă ale acestora;
- construcții de producție încadrate în categoria A, B sau C de pericol de incendiu cu arie desfășurată de cel puțin 2 000 m^2 și cu densitatea sarcinii termice peste 420 MJ/m^2 ;
- construcții publice cu densitatea sarcinii termice peste 840 MJ/m^2 , cele destinate depozitării materialelor combustibile, cu aria desfășurată mai mare de 750 m^2 și densitatea sarcinii termice peste 1 680 MJ/m^2 , precum și depozitele cu stive înalte (peste 6 m înălțime);
- garaje și parcaje subterane pentru mai mult de 50 de autoturisme, precum și la cele supraterane închise cu mai mult de 3 niveluri.

În general, sprinklerele se prevăd în clădirile cu pericol de incendiu, în care se află un număr mare de persoane - pentru protecția vieții acestora - precum și în cele care reprezintă o valoare deosebită sau adăpostesc bunuri materiale - pentru reducerea pagubelor cauzate de incendiu.

Enumerarea echipării cu instalații automate de stingere tip sprinkler fiind minimală, investitorii le pot prevedea și în alte situații, în funcție de pericolul și riscul de incendiu, amplasare, combustibilitatea construcției și valoare.

Nu se prevăd instalații de stingere tip sprinkler în cazurile în care apa nu este indicată sau se asigură stingerea cu alte substanțe (gaze inerte, spumă, abur etc.).

Încăperile protejate cu instalații cu sprinklere, de regulă, trebuie să fie separate de spațiile învecinate, prin elemente de construcții incombustibile sau prin alte dispozitive corespunzătoare (ecrane, cortine cu acționare automată etc.).

2.5.4.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații cu sprinklere

- Sisteme de instalații cu sprinklere
- Instalațiile cu sprinklere se compun

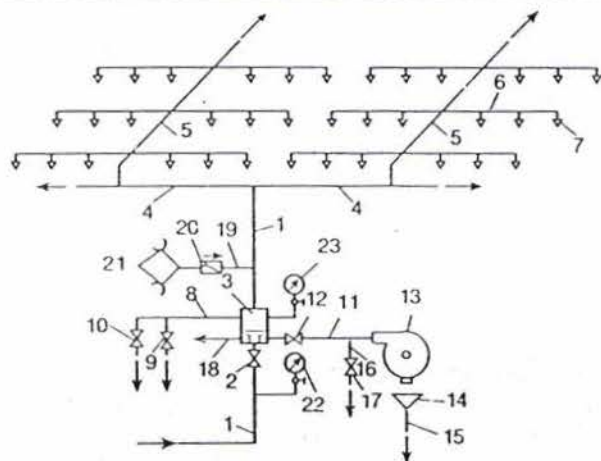


Fig. 2.5.26. Schema de funcționare automată a instalației cu sprinklere în sistem apă-apă:

1 - conductă principală de alimentare cu apă; 2 - robinet principal; 3 - aparat de control și semnalizare (ACS) tip apă-apă; 4 - conductă de distribuție a apei la sectoarele cu sprinklere; 5 - conductă de ramificație; 6 - distribuitor (cu diametrul constant); 7 - sprinkler; 8 - conductă de control; 9 - robinet ϕ 1/2" (în poziția deschisă echivalează cu un sprinkler declanșat); 10 - robinet de control (în poziția deschisă verifică alimentarea cu apă a instalației); 11 - racord la turbină de semnalizare; 12 - robinet (normal deschis); 13 - turbină; 14 - pâlnie; 15 - racord de canalizare; 16 - conductă de golire; 17 - robinet de golire; 18 - racord la instalația de semnalizare optică; 19 - racord de alimentare cu apă de la surse exterioare; 20 - clapetă de reținere; 21 - racorduri de la sursele exterioare (pompe mobile) de alimentare cu apă; 22 - manometru pentru citirea presiunii apei în conducta de alimentare; 23 - manometru pentru citirea presiunii în aval de ACS.

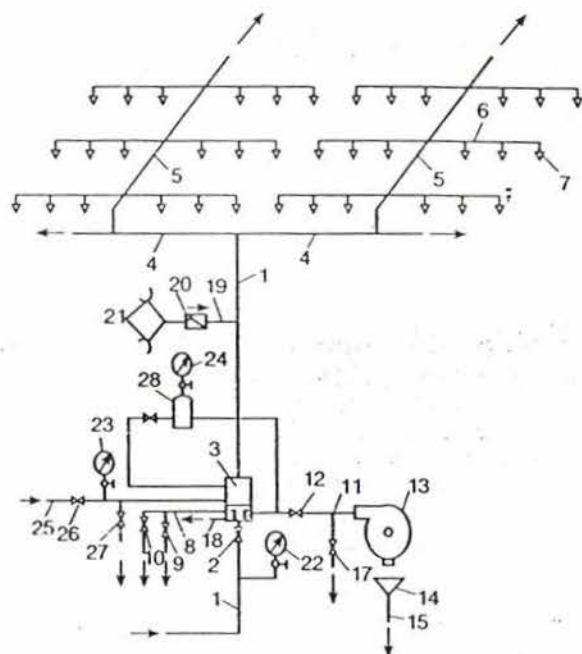


Fig. 2.5.27. Schema instalației automate cu sprinklere în sistem cu aer comprimat:

1...21, la fel ca la figura 2.5.26; 22 - manometru; 23 - manometru pentru aer comprimat; 24 - manometru; 25 - conductă de alimentare cu aer comprimat; 26 - robinet de închidere pe conductă de aer comprimat; 27 - robinet de purje; 28 - accelerator.

din următoarele elemente principale:

- sprinklere pentru detectarea și stingerea incendiului;
- rețele de conducte ramificate sau inelare pe care se montează sprinklerele;
- aparate de control și semnalizare (ACS);
- conducte principale de alimentare cu apă;
- surse de alimentare cu apă compuse din:
 - * branșament;
 - * rezervoare pentru acumularea (stocarea) rezervei intangibile de apă pentru combaterea incendiului;
 - * stații de pompare a apei cuplate la rezervoarele de acumulare și cu recipiente de hidrofor;
- racorduri pentru cuplarea pompelor mobile de incendiu;

Instalația cu sprinklere trebuie să fie permanent sub presiune și se poate realiza în următoarele sisteme cu: apă, aer comprimat, apă și aer comprimat, apă și soluție antigel.

Sistemul de sprinklere cu apă (fig. 2.5.26) reprezintă sistemul normal de instalație și se aplică pentru protecția încăperilor în care temperatura nu scade sub $+4^{\circ}\text{C}$ și nu urcă peste 100°C . Rețeaua de conducte este permanent umplută cu apă și menținută sub presiune. Datorită incendiului, sub acțiunea căldurii, unul sau mai multe sprin-

klere se deschid și, odată eliberat orificiul de curgere, apa este proiectată sub formă de jet, dispersat în picături, asupra focarului, în cantități necesare. Concomitent, aparatul de control și semnalizare declanșează semnalul de incendiu. Acțiunea instalației este operativă și proporțională cu gradul de dezvoltare a incendiului.

Sistemul de sprinklere cu aer comprimat (fig. 2.5.27) reprezintă un sistem special de instalație care se aplică pentru protecția încăperilor în care temperatura poate să scadă sub $+5^{\circ}\text{C}$ sau să crească peste 100°C . În acest sistem de instalație, rețeaua de conducte, aflată în aval de aparatul de control și semnalizare, se umple cu aer comprimat la presiune de $1,8 \div 2,0$ bar, iar conductă de alimentare până la ACS, cu apă sub presiune. La deschiderea sprinklerelor, trebuie să se evacueze mai întâi aerul comprimat din conducte. Apa pătrunde în rețea cu careare întârziere numai după ce presiunea aerului scade astfel încât supapa diferențială a aparatului de control și semnalizare tip aer-apă să se ridice și să permită accesul apei în instalație.

Sistemul de sprinklere cu apă și aer comprimat reprezintă o combinație a celor două sisteme de mai sus și poate fi realizat, după caz, în unul din următoarele moduri:

- rețeaua de conducte se umple cu apă în perioada caldă a anului și cu aer comprimat în cea rece. Pe conductă principală de alimentare a fiecărui sector se montează, în serie, un aparat de control și semnalizare de tip apă-apă și unul de tip aer-apă;

- instalații mixte (fig. 2.5.27), la care o parte să fie umplută permanent cu apă, iar cealaltă cu aer comprimat, în funcție de temperaturile posibile în spațiile în care se montează sprinklerele.

Sistemul de sprinklere cu apă și soluții antigel reprezintă instalații mixte la care, partea de rețea montată în spații cu temperaturi scăzute este umplută cu soluție antigel. Procedul de protecție contra înghețului cu soluție antigel poate fi aplicat avantajos pentru porțiuni reduse ale rețelei, care au până la 20 de sprinklere, sau a unor ramificații care nu pot fi golite de apă.

Soluțiile antigel trebuie să îndeplinească anumite cerințe:

- punct de congelare scăzut, corespunzător temperaturii minime;
- acțiune corosivă minimă asupra conductelor și sprinklerelor;
- să nu favorizeze propagarea incendiului.

Pot fi utilizate îndeplinind aceste condiții: soluții apoase de glicerină sau de glicol (etilenglicol, dietilenglicol sau propi-

lengicol). Nu dau rezultate satisfăcătoare soluțiile apoase de clorură de sodiu sau clorură de calciu, fiind corosive.

Este interzisă folosirea soluțiilor de glicoli atunci când instalația cu sprinklere este racordată direct la instalația de apă potabilă.

- Determinarea numărului de sprinklere și condițiile lor de amplasare în clădiri

Aria suprafeței stropite, aria protejată

și aria de declanșare. Aria suprafeței stropite de un sprinkler se definește ca proiecția pe un plan orizontal a secțiunii transversale a jetului de apă dispersată și are aproximativ forma unei coroane circulare a cărei arie A_s , depinde de tipul sprinklerului și de înălțimea de montare H [m] a sprinklerului față de suprafața protejată, fiind aproximativ egală cu suprafața cercului cu raza

egală cu raza de stropire.

$$A_s = \pi R^2 \quad [\text{m}^2] \quad 2.5.7$$

Întrucât sprinklerele se montează, de regulă, în rânduri paralele, suprafața reală protejată care revine unui sprinkler are forma pătrată (fig. 2.5.28). În aceste condiții, aria reală protejată de un sprinkler A_p la funcționarea în grup este dată de relația:

$$A_p = (\sin 45^\circ \cdot 2R)^2 = 2R^2 \quad [\text{m}^2] \quad (2.5.8)$$

în care:

R este raza de stropire a unui sprinkler [m].

În cazul în care, în zona centrală a 1 sprinkler, nu se asigură stropirea (fig. 2.5.12), sprinklerele se apropie pentru a uda întreaga suprafață (fig. 2.5.29).

Aria de declanșare A_d reprezintă aria suprafeței în care vor fi acționate, în caz de incendiu, n sprinklere din totalul de N sprinklere existente într-un compartiment de incendiu al clădirii.

Aria de declanșare se poate determina din analiza de risc și se recomandă să nu depășească $260 \div 300 \text{ m}^2$; peste această valoare, instalația cu sprinklere își reduce mult eficacitatea. Din această cauză, instalația cu sprinklere se compune din sectoare.

Sectoarele trebuie să grupeze numai sprinklerele montate în același compartiment de incendiu al clădirii.

Fiecare sector al instalației cu sprinklere se echipează cu un aparat de control și semnalizare (fig. 2.5.26 și 2.5.27) și va avea un număr de sprinklere de maximum:

- 800 buc. în cazul instalației apă-apă; în cazul în care sprinklerele sunt montate în mai multe încăperi separate între ele prin pereți și uși incombustibile, numărul sprinklerelor dintr-un sector poate fi mărit la 1 200 buc.;

- 600 buc. în cazul instalației apă-aer; în acest caz volumul rețelei de sprinklere a unui sector nu trebuie să fie mai mare de 2 m^3 pentru instalațiile fără accelerator și de 3 m^3 la cele cu accelerator.

Debitul specific al sprinklerului q_s se determină cu relația:

$$q_s = a \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \quad [\text{l/s}] \quad (2.5.9)$$

în care:

- H_i este presiunea disponibilă a apei în secțiunea orificiului sprinklerului [kPa];
- a - coeficient de debitare a apei al tipului de sprinkler, care depinde de diametrul orificiului sprinklerului și are valori redată în tabelul 2.5.14.

Intensitatea de stropire și intensitatea de stingere cu apă. Intensitatea de stropire cu apă i_p , la funcționarea unui singur sprinkler având debitul specific q_s [l/s], este dată de relația:

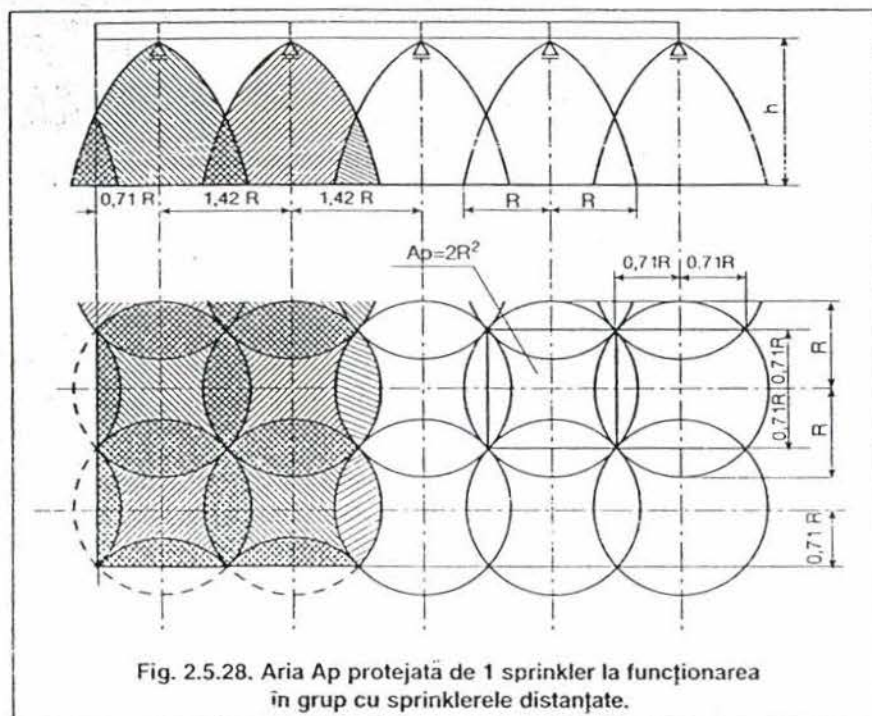


Fig. 2.5.28. Aria A_p protejată de 1 sprinkler la funcționarea în grup cu sprinklerele distanțate.

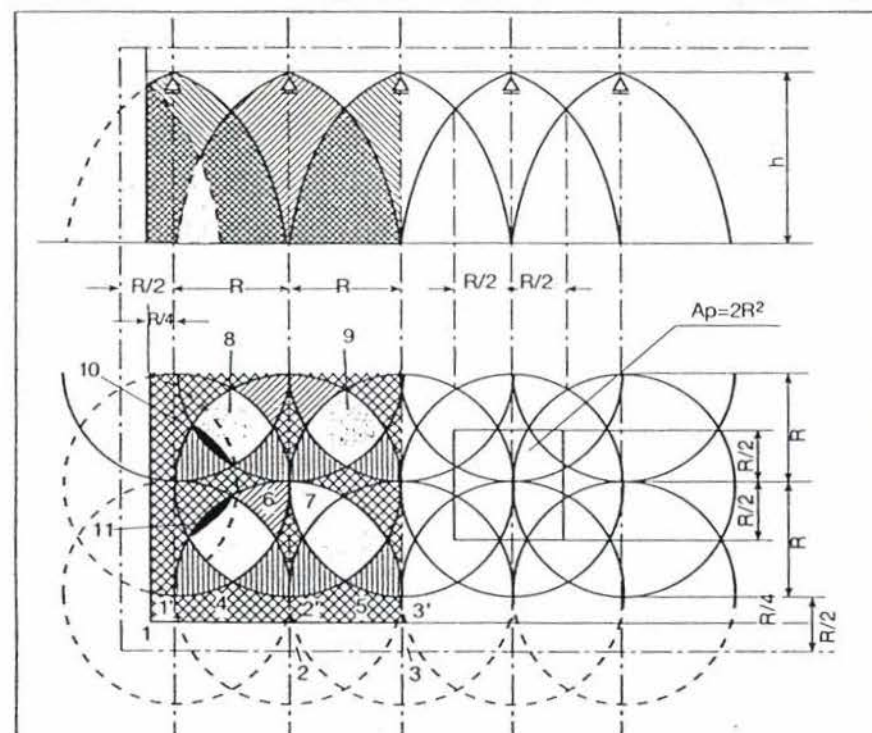


Fig. 2.5.29. Aria A_p protejată de 1 sprinkler la funcționarea în grup cu sprinklerele apropiate:

1, 1', 2, 2', 3 și 3' suprafețe stropite de 1 sprinkler; 4, 5 - suprafețe stropite cu 2 sprinklere; 6, 7 - suprafețe stropite de 3 sprinklere; 8, 9 - suprafețe stropite cu 4 sprinklere; 10, 11 - suprafețe stropite de 4 sprinklere și cu apa provenită de la stropirea pereților.

$$i_p = \frac{q_e}{A_e} \quad [l/s.m^2] \quad (2.5.10)$$

Intensitatea de stropire pentru dimensionarea instalației de sprinklere este dată de relația:

$$i_p = \frac{q_{smin}}{A_e} \quad [l/s.m^2] \quad (2.5.11)$$

în care q_{smin} este debitul specific al sprinklerului amplasat în poziția cea mai dezavantajoasă din punct de vedere hidraulic (în punctul cel mai înalt și mai îndepărtat de punctul de alimentare cu apă a instalației) [l/s].

Intensitatea de stingere i_s este o caracteristică specifică materialelor care trebuie protejate și reprezintă intensitatea minimă de stropire ce determină oprirea arderii. Intensitatea de stingere se realizează cu sprinklere, cu intensitatea de stropire egală sau mai mare ca intensitatea de stingere sau la funcționarea în grup a sprinklerelor prin suprapunerea jeturilor (fig. 2.5.26 și 2.5.27) și are valorile indicate în tabelul 2.5.15 pentru materialele cu pericol mare de incendiu.

Așadar, pentru stingerea incendiului este necesar ca valorile intensităților de stropire să fie mai mari sau cel puțin egale cu valorile intensităților de stingere redată în tabelul 2.5.15.

În lipsa unor valori determinate ale ariei de declanșare, debitul de calcul al instalației cu sprinklere se stabilește considerându-se funcționarea simultană a sprinklerelor montate în compartimentul de incendiu, debit care poate fi limitat la valorile următoare:

- 30 l/s pentru construcții industriale sau civile obișnuite;
- 30...50 l/s pentru spațiile sălilor aglomerate în funcție de destinație, valoarea bunurilor și aria încăperilor separate prin pereți rezistenți la foc, cu excepția scenelor teatrelor și buzunarelor scenei, pentru care debitul se determină în raport de numărul capetelor de sprinklere montate în aceste zone;
- 75...100 l/s pentru studiouri de film sau televiziune;
- pentru încăperile de depozitare în stive înalte, în funcție de mărimea ariei minime de declanșare și a intensității de stingere indicate în prescripții specifice sau, în cazul instalațiilor cu stingere rapidă, în funcție de specificul acestora;
- pentru clădirile industriale mono-bloc, în funcție de volumul construit, conform tabelului 2.5.17.

Numărul n de sprinklere care funcționează simultan (din numărul total N de sprinklere montate în instalație) amplasate în aria de declanșare A_s dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, se determină cu relația:

Tabelul 2.5.14. Valorile coeficientului a_i al sprinklerelor utilizate în instalațiile de combatere a incendiilor (STAS 1478)

Tipul dispozitivului	Diametrul orificiului [mm]	H_i [kPa]			
		50	100	150	200
		a_i			
Sprinkler INOX	10,5	0,337	0,354	0,359	0,362
	12,0	0,387*	0,440*	0,470*	0,485*
	12,5	0,438	0,484	0,502	0,509
	14,0	0,576	0,623	0,634	0,646
Sprinkler standard	12,7	0,456	0,498*	0,512*	0,519*

* Valori informative ale coeficientului de debit

Tabelul 2.5.15. Intensitatea de stingere i_s și aria de declanșare A_s a sprinklerelor pentru materiale care prezintă pericol mare de incendiu așezate în stive normale (STAS 1478)

Destinația încăperii	Intensitatea de stingere i_s [l/s.m ²]	Aria de declanșare simultană A_s [m ²]
Încăperi din clădiri industriale și civile obișnuite	0,07	215
Depozite sau încăperi în care se prelucrează materiale celulozice (lemn, textile, hârtie etc.) nedepozitate în stive înalte.	0,07	260
Secții de distilare a rășinii sau terebentinei, secții de fabricare a negrului de fum, articole din cauciuc, secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor.	0,12	260
Secții de distilare a gudronului, fabrici de chibrituri, secții de prelucrare a spumei de materiale plastice (fără depozitare)	0,17	260
Secții de fabricare și prelucrare a celuloizului	0,25	260

Observație: Aria de declanșare pentru alte cazuri decât cele prevăzute în tabel se determină experimental sau pe baze statistice, în funcție de numărul persoanelor, valoarea bunurilor materiale, pericolul de incendiu din spațiul protejat precum și de intensitatea de stingere cu apă adoptată.

$$n = \frac{A_s \cdot i_s}{A_p \cdot i_p} \quad (2.5.13)$$

În cazul în care intensitatea de stropire a unui sprinkler i_p este inferioară intensității de stingere i_s , se adoptă o altă valoare a lui H_i sau se alege alt tip de sprinkler, cu alt coeficient de debitare a_i și, după caz, cu altă valoare a lui H_i și i sau se prevede un număr de capete de sprinklere n_p care să stropască simultan aria reală de stropire a unui sprinkler A_p , astfel ca diferența $i_p - i_s$ sau $n_p i_p - i_s$ să nu fie mai mare cu 5 - 10 % față de i_s .

Se menționează că, pentru înlocuirea sprinklerelor deteriorate sau declanșate în caz de incendiu, se prevede o rezervă de sprinklere, calculată separat pentru fiecare tip din cele montate, astfel dacă:

- instalația are până la 30 sprinklere, rezerva va fi egală cu numărul celor montate;
- instalația are peste 30 sprinklere, rezerva ca fi de 5÷25 % din numărul total de sprinklere, în funcție de tipul acestora, însă nu mai puțin de 30 sprinklere;
- instalația are sprinklere rezistente la coroziune, care declanșează la temperaturi mai mari de 90 °C, rezerva aces-

tora este egală cu numărul sprinklerelor montate în sectorul cel mai mare.

Amplasarea sprinklerelor se va face în funcție de pericolul de incendiu, gradul de rezistență la foc a încăperilor, poziția și dimensiunile grinzilor, pozițiile diferitelor instalații, utilaje sau stive de materiale și de caracteristicile hidraulice și funcționale ale sprinklerelor, astfel încât să se asigure:

- condițiile de declanșare a sprinklerelor;
- intensitatea de stingere minimă normată;
- protecția elementelor portante ale construcției cu limita de rezistență la foc redusă;
- distribuirea cât mai uniformă a apei pe suprafața protejată.

Sprinklerele se montează pe conducte de distribuție și pe ramificațiile (ramurile) acestora. Pe fiecare ramură se pot monta maximum 6 sprinklere, cu excepția perdelelor de apă de protecție pe care se pot monta mai multe sprinklere.

Prin dispunere (amplasare) sau prin măsuri de protecție, sprinklerele se protejează împotriva deteriorărilor mecanice, a efectelor termice și a influențării reciproce asupra declanșării lor.

Pentru mediile corosive, se utilizează

Tabelul 2.5.16. Înălțimea de siguranță h_s pentru amplasarea deflectorului sprinklerelor față de înălțimea grinzilor h_g

h_g [cm]	≤ 30	30-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150	150-165	165-180
h_s [cm]	0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	17,5	22,5	27,5	35,5

sprinklere de construcție specială (de regulă, din materiale rezistente la coroziune).

Sprinklerele se montează, de regulă, perpendicular pe suprafața protejată.

Sprinklerele se montează cu deflectorul în sus (fig. 2.5.13a,b) sau în jos (fig. 2.5.13c) în conformitate cu instrucțiunile producătorului, și astfel încât, jetul de apă să fie uniform dispersat pe suprafața protejată.

Pentru a evita colmatarea orificiului sprinklerului, acesta se va monta pe ramură (ramificație) prin legarea laterală sau superioară a racordului sprinklerului.

Sprinklerele se montează sub plafon și la nivelurile intermediare (de exemplu, sub pasarele).

În cazul în care există obstacole aflate sub sprinklere, care pot influența dispersarea apei, se impune montarea unor sprinklere suplimentare.

La amplasarea și montarea sprinklerelor se respectă următoarele prevederi:

- distanța minimă între deflectorul sprinklerului și suprafața protejată este, de regulă, 0,60 m;
- distanța între sprinklere și pereți nu trebuie să fie mai mare decât jumătatea distanței dintre sprinklere;
- distanța dintre deflector și tavanul continuu, măsurată în plan vertical, este de minimum 8 cm și de maximum 40 cm. Dacă obiectele existente în încăperi sunt stivuite, introduse sau depozitate pe etajere (exceptând cazul depozitelor cu stive înalte), spațiul liber în jurul deflectorului trebuie să fie de 0,90 m (emisferă cu raza de 0,90 m sub deflector);
- la acoperișurile înclinate sau la luminațoare, sprinklerele se amplasează în poziție verticală la cel mult 90 cm sub oama acestor elemente de construcție;
- sprinklerele montate în dreptul grinzilor pot avea deflectorul situat la minimum 2,5 cm sub partea inferioară a rinzii;
- la clădirile cu planșee cu grinzi înalte și dese (90...225 cm între ele), distanța dintre deflectorul sprinklerului și planșeu h_p [cm] trebuie să fie mai mică

decât înălțimea grinzii h_s [cm], cu înălțimea de siguranță h_s [cm] (fig. 2.5.30), conform datelor din tabelul 2.5.16;

- la spațiile de depozitare cu stive sau stelaje înalte, amplasarea sprinklerelor se face atât la tavan cât și la nivelurile intermediare dintre stive sau la nivelul acestora. Distanța dintre deflectorul sprinklerului și stive este de 45 ± 90 cm, în funcție de forma jetului, distanța pe orizontală între elementele de construcție, instalații sau utilaje, așa încât să nu fie împiedicată dispersarea normală a jetului. La montarea sprinklerelor din stelaje, distanța minimă de protecție față de materialele depozitate este de 15 cm, și se vor lua măsuri de protecție a materialelor depozitate pentru a nu fi degradate de sprinklerele de la nivelurile superioare. Poziția de montare a sprinklerelor cu deflectorul în sus sau în jos se stabilește în funcție de forma deflectorului și secțiunea transversală a jetului de apă dispersată; la instalațiile în sistem aer-apă se utilizează numai sprinklere care au poziția de montare cu deflectorul în sus (fig. 2.5.13a,b);

- în cazul clădirilor cu tavane suspendate incombustibile, sprinklerele se amplasează astfel încât dispersarea apei să nu fie împiedicată de elementele tavanului, iar la tavanele suspendate, executate din materiale combustibile, situate la distanțe mai mari de 90 cm de planșeu, se prevăd sprinklere atât sub tavan cât și în spațiul dintre tavan și planșeu;

- la golul scărilor rulante sau la golurile neprotejate din planșee, se prevăd ecrane incombustibile, continue, cu înălțimea de 45 cm, pentru a împiedica împrăștierea aerului cald provenit dintr-un eventual incendiu prin efectul de tiraj. Sprinklerele, în acest caz, se montează la maximum 1,80 m de ecranul incombustibil;

- în cazul sprinklerelor amplasate la mică distanță între ele, când există pericolul stropirii reciproce, ce ar avea ca efect întârzierea declanșării lor, între sprinklere, se prevăd ecrane care coboară sub nivelul deflectorului cu 5-8 cm;

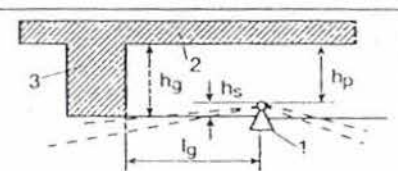


Fig. 2.5.30. Distanțele de amplasare ale sprinklerelor față de planșee și grinzi: 1- sprinkler; 2 - placă; 3 - grindă.

- dacă în locul ușilor sau încăperilor antifoc se prevăd tambure deschise antifoc, acestea se prevăd cu 1 sprinkler pentru 1 m² suprafață de tambur;

- se urmărește ca materialele amplasate sub cola capetelor sprinklerelor, să nu reducă câmpul de stropire a acestora;

- sprinklerele pot fi amplasate în rânduri paralele (fig. 2.5.31a și 2.5.31b) sau decalate (fig. 2.5.31c și 2.5.31d), distanțele între sprinklere rezultând din condiția ca intensitatea de stropire a unui sprinkler, la funcționarea în grup, să fie mai mare sau cel puțin egală cu intensitatea de stingere. În funcție de forma jetului de apă dispersat pot apărea unele zone de suprafețe neudate (cercurile albe din fig. 2.5.31a și 2.5.31c) rezultând necesitatea apropierii sprinklerelor, în care caz unele zone vor fi udade de 3 sau 4 sprinklere (zonele haurate pe fig. 2.5.31b și 2.5.31d).

- Rețeaua de conducte a instalației cu sprinklere poate fi ramificată sau inelară.

Se recomandă separarea rețelei de alimentare cu apă a sprinklerelor de rețeaua cu hidranți de incendiu interiori sau de alte tipuri de rețele.

Ramificațiile (ramurile rețelei) se prevăd la capete, cu armături care permit aerisirea și curățarea periodică a conductelor.

În punctele cele mai ridicate ale rețelei de sprinklere, corespunzător fiecărui sector de sprinklere, se prevede un robinet de închidere cu portfurn pentru spălarea conductelor și un ștut cu robinet și mufă pentru montarea unui manometru.

Pentru eliminarea aerului sau a apei din rețelele de sprinklere, acestea se montează cu pante de 2...5 ‰; pantele mai mari luându-se pentru cele cu diametrul mai mic.

În cazul în care mai multe încăperi, situate pe același nivel sau pe diverse niveluri, sunt protejate de aceeași instalație, trebuie să se poată localiza intrarea în funcțiune a sprinklerelor pe fiecare ramură a instalației. Acest lucru se poate realiza prin montarea unor

Tabelul 2.5.17. Debitul de calcul al instalației cu sprinklere la clădirile monobloc (STAS 1478)

Volumul clădirii [m ³]	Până la 100 000	100 001 ... 200 000	200 001 ... 300 000	Peste 300 000
Debitul de calcul minim, Q_{is} , [l/s]	30	35	40	50

indicatoare de trecere a apei, instalate pe fiecare ramură a instalației.

Aparatele de control și semnalizare tip apă-apă sau tip apă-aer, în funcție de sistemele de instalații cu sprinklere adoptate, împreună cu dispozitivele anexe, se montează pe conducta principală de alimentare cu apă a fiecărui sector de sprinklere, în încăperi proprii sau în alte încăperi cu alte destinații, dar care nu prezintă pericol de incendiu.

Încăperea trebuie să asigure spațiul necesar servirii și reparării aparatelor de control și semnalizare, să fie încălzită și cu acces direct din spațiile de circulație comună.

Dacă încăperea are și altă destinație, aparatele de control și semnalizare se montează într-un dulap închis, cu ușiță și geam, asigurat cu încuietore și iluminat de siguranță corespunzător.

Aparatul de control și semnalizare trebuie montat în poziție verticală, ținând seama și de indicațiile producătorului.

Flanșa inferioară a robinetului principal, aflat pe conducta de alimentare a stației, trebuie să se afle la înălțimea de 0,6 m față de pardoseală.

Clopoțele sistemelor de semnalizare se montează pe elementele de construcții verticale, de regulă, spre exterior sau astfel încât semnalul să fie recepționat cu ușurință de ocupanții clădirii, asigurându-se și semnalizarea electrică (optică și acustică) la încăperea serviciului de pompieri sau la un punct de supraveghere permanent.

În lipsa indicațiilor producătorului, distanța pe orizontală dintre stație și turbina hidraulică nu trebuie să fie mai mare de

25 m, iar pe verticală mai mare de 6 m.

Pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere de la pompele mobile de incendiu se prevăd racorduri fixe tip B, amplasate în exterior, în locuri ușor accesibile utilajelor de intervenție.

Numărul acestora se stabilește în funcție de debitul instalației, considerând 15 l/s pentru fiecare racord.

Pe fiecare racord se montează câte o clapetă de reținere.

Pentru a putea controla, în permanență, presiunea apei și a aerului, se montează manometre în diferite puncte ale instalației, cum sunt: deasupra aparatului de control și semnalizare, sub robinetul principal de închidere (pe conducta principală cu apă), precum și în punctul cel mai îndepărtat și mai înalt (cel mai dezavantajat) al fiecărui sector.

Manometrele vor fi montate astfel încât să se poată asigura citirea ușoară a indicațiilor, iar pe cadran se va însemna domeniul presiunilor de lucru al instalației.

Probele hidraulice ale instalației cu sprinklere se execută la 1,5 ori presiunea de regim.

Pentru reducerea pagubelor, se recomandă să se asigure evacuarea din clădire a apei provenite de la instalația de sprinklere, fie la teren, fie la instalația de canalizare.

2.5.4.3 Calculul hidraulic al conductelor de alimentare cu apă rece a sprinklerelor

• Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor Q_k se determină considerând funcționarea simultană a sprin-

klerelor amplasate în aria A_s , de declanșare a sprinklerelor dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, cu relația:

$$Q_k = \sum_{j=1}^n q_{sj} \quad [l/s] \quad (2.5.13)$$

în care:

- n este numărul sprinklerelor prevăzute să funcționeze simultan - montate în aria de declanșare A_s - determinat cu relația (2.5.12);

- q_{sj} - debitul specific pentru un sprinkler determinat cu relația (2.5.9).

Debitul de calcul al unui sector de sprinklere (prin debitul specific al sprinklerului) depinde de presiunea disponibilă în secțiunea orificiului fiecărui sprinkler.

Presiunea minimă la nivelul sprinklerului se determină astfel încât să se asigure dispersia corespunzătoare a apei și intensitatea de stingere minimă necesară în punctele cele mai îndepărtate.

• Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

La calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere se ține seama de următoarele particularități:

- pentru a se asigura funcționarea normală a instalației cu sprinklere, debitul sprinklerului montat pe o conductă (ramură) a rețelei, în situația cea mai favorabilă (cel mai apropiat de punctul de intrare a apei în conducta respectivă), nu va depăși cu 15 % debitul sprinklerului din situația cea mai defavorabilă (cel mai depărtat de punctul de intrare a apei în conductă), ceea ce revine la limitarea pierderii totale de sarcină pe ramura respectivă, între sprinklerele extreme, considerând că acestea au aceeași înălțime geodezică;

- pentru a determina debitul la fiecare sprinkler, se calculează, în prealabil, presiunea disponibilă la sprinklerul respectiv;

- în cazurile în care echilibrarea hidraulică a rețelei nu se poate realiza numai prin dimensionarea la vitezele maxime admise ale apei, se prevăd diafragme pe ramurile cu presiune în exces.

• Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere

Se pune condiția ca între debitele sprinklerelor extreme montate cel mai îndepărtat și, respectiv, cel mai apropiat de punctul de intrare a apei, să nu existe o variație de debit mai mare de 15 %: $q_n = 1,15 \times q_1$. Cunoscând că:

$$q_1 = a_1 \sqrt{\frac{H_1}{9,81}} \quad (2.5.14)$$

$$q_n = a_n \sqrt{\frac{H_n}{9,81}} \quad (2.5.15)$$

și

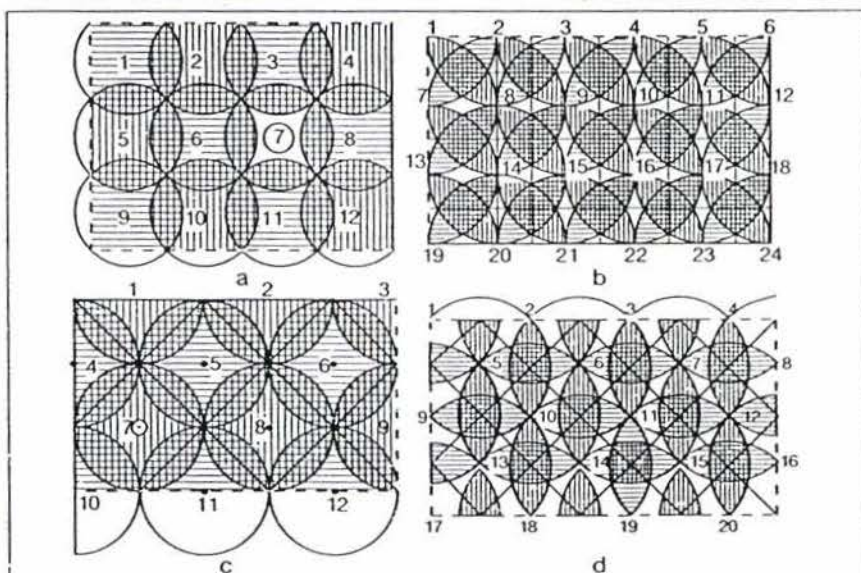


Fig. 2.5.31. Modul de amplasare a sprinklerelor deasupra ariei protejate, ținând seama de raza de stropire:

a - sprinklere așezate paralel, cu condiția stropirii ariei protejate de 1 sprinkler; b - idem, cu condiția stropirii ariei protejate de 2 sprinklere; c - sprinklere așezate decalat, cu condiția stropirii ariei protejate de 1 sprinkler; d - idem, cu condiția stropirii ariei protejate de 2 sprinklere.

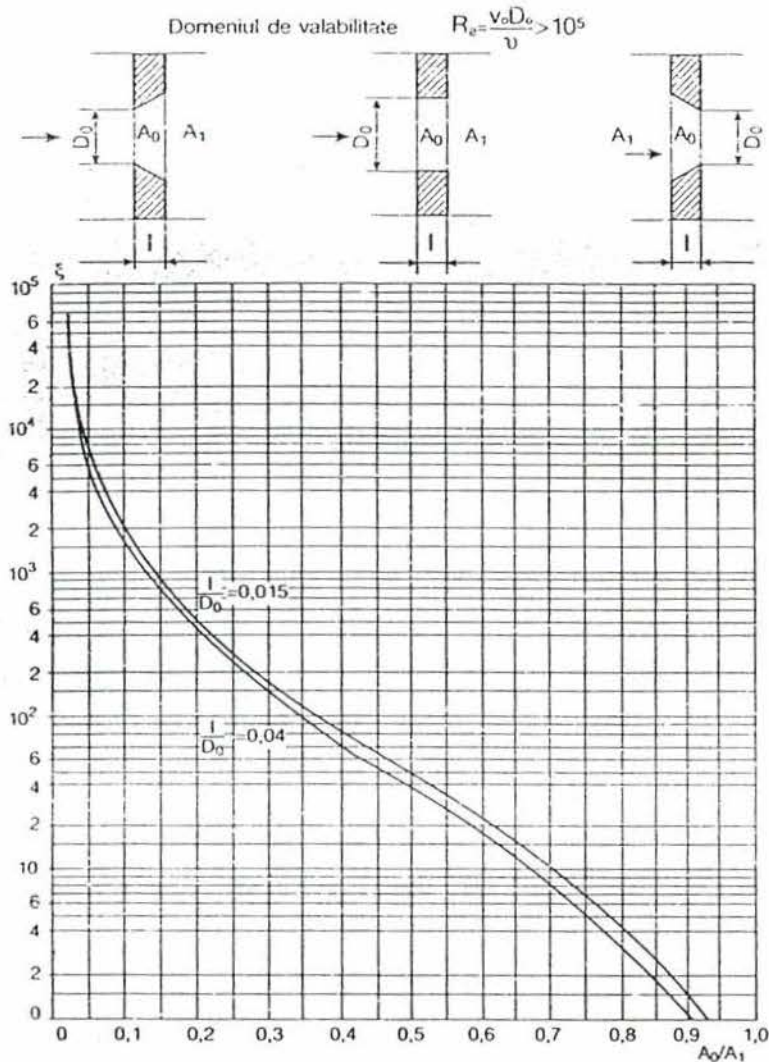


Fig. 2.5.32. Nomogramă pentru calculul diafragmelor.

$$H_n = \frac{9,81 \cdot q_n^2}{a_i^2} = \frac{9,81 \cdot 1,3225 \cdot q_1^2}{a_i^2} \quad (2.5.16)$$

se calculează pierderea de sarcină liniară specifică medie cu relația:

$$i_{med} = \frac{H_n - H}{1,35 \sum_{i=1}^n l} = \frac{9,81 \cdot 1,3225 \cdot q_1^2}{1,35 \sum_{i=1}^n l \cdot a_i^2} = 2,34 \cdot \frac{q_1^2}{\sum_{i=1}^n l \cdot a_i^2} \quad (2.5.17)$$

[Pa/m]

în care:

$\sum_{i=1}^n l$ este suma lungimilor tronsoanelor de conducte pe traseul dintre sprinklerele extreme amplasate în aria de declanșare simultană.

Cunoscând debitul la primul sprinkler q_1 și i_{med} , se dimensionează primul tronson de conductă (folosind nomogramele de dimensionare a conductelor cu țevi din oțel pentru apă rece, din figura 2.4.62) și pierderea de sarcină pe acest tronson, apoi debitul la sprinklerul următor și calculul continuă, determinând succesiv debitele la fiecare

sprinkler și debitul de calcul al fiecărui tronson, pe traseul principal până la punctul de alimentare cu apă a instalației de sprinklere. În final, se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației de sprinklere. Dacă pe unul din tronsoanele de conducte se ajunge la debitul maxim admis, se continuă calculul hidraulic pentru tronsoanele următoare ale traseului principal, cu valoarea debitului maxim și cu i_{med} .

Dimensionarea ramurilor care nu fac parte din aria de declanșare simultană a sprinklerelor se efectuează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal. Prin aplicarea procedurii de calcul arătat mai sus, rezultă că tronsoanele de conducte ale instalației cu sprinklere vor avea diametre diferite și se va ține seama ca diametrele conductelor să fie monoton crescătoare, de la sprinklerul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic spre punctul de alimentare cu apă al rețelei.

• Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere considerând același debit la fiecare sprinkler

În acest caz, debitul de calcul al unui tronson de conductă rezultă prin însumarea debitelor sprinklerelor alimentate cu apă din acel tronson de conductă.

Calculul hidraulic se efectuează mai întâi pentru traseul principal, de alimentare cu apă a sprinklerului cel mai dezavantajat, amplasat în sectorul cu n sprinklere cuprinse în aria de declanșare simultană. Cunoscând debitul de calcul al fiecărui tronson de conductă și alegând viteze medii ale apei până la valoarea maximă admisă de 5 m/s, dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se efectuează cu nomogramele din figura 2.4.62. În final, se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere. Ramurile secundare se dimensionează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal de conducte al rețelei. Consecința acestui procedeu de calcul este că atât la racordul fiecărui sprinkler, cât și pe ramificațiile secundare, trebuie prevăzute diafragme pentru consumarea sarcinii (presiunii) în exces h_e .

Pentru calculul unei diafragme se determină, în prealabil, coeficientul de pierdere de sarcină locală necesar ξ_{nec} , din nomograma redată în figura 2.4.68, cunoscând sarcina în exces (care va fi egală cu pierderea de sarcină locală în diafragmă) și viteza apei pe tronsonul de conductă respectiv. Cunoscând ξ_{nec} , cu nomograma din figura 2.5.32 se determină valoarea raportului A_0/A_1 între aria A_0 a secțiunii orificiului diafragmei și aria A_1 a secțiunii transversale a conductei care trebuie diafragmată, din care se deduce raportul d_0/d_1 între diametrul d_0 al orificiului diafragmei și diametrul interior d_1 al conductei, de aici rezultând imediat diametrul d_0 cunoscând diametrul d_1 .

Procedeu de dimensionare a conductelor cu diametre diferite conduce la reducerea consumului de metal, a debitului de calcul și a rezervei de apă pentru combaterea incendiului, dar este îngreunată execuția instalației, fiind necesară montarea diafragmelor pe racordurile fiecărui sprinkler și pe conductele ramurilor secundare ale rețelei.

Exemplul de calcul 3

Se efectuează calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere din interiorul unei secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor (fig. 2.5.33) și se determină sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord al instalației la rețeaua exterioară de alimentare cu apă. Hala are un singur nivel, cu dimensiunile în plan de 30 x 24 m și înălțimea sub grinzi de 3 m.

Instalația se execută cu țevi din oțel.

Rezolvare: Pentru secțiile de prelucrare a lacurilor și vopselelor, din tabelul 2.5.15, rezultă intensitatea de stingere $i_s = 0,12 \text{ l/s.m}^2$ și aria de declanșare simultană a sprinklerelor $A_s = 260 \text{ m}^2$.

Se aleg sprinklere tip INOX cu diametrul orificiului $d = 14 \text{ mm}$, pentru care, din tabelul 2.5.14, rezultă la o valoare a presiunii de utilizare în secțiunea orificiului:

$H_i = 100 \text{ kPa}$, valoarea coeficientului $a_i = 0,623$ și o rază de stropire de $3,2 \text{ m}$, pentru înălțimea de amplasare de $2,8 \text{ m}$ față de pardoseală, conform datelor din tabelul 2.5.14 și din figura 2.5.13.

Aria stropită de un sprinkler este:

$$A_s = \pi R^2 = 3,14 \times 3,2^2 = 32,15 \text{ m}^2$$

Debitul specific al sprinklerului se calculează cu relația 2.5.9 și este:

$$q_s = a_i \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} = 0,623 \sqrt{\frac{100}{9,81}} = 1,989 \text{ l/s}$$

Intensitatea de stropire i_p este dată de relația 2.5.11:

$$i_s = \frac{1,989}{32,15} = 0,062 \text{ l/sm}^2$$

Datorită faptului că intensitatea de stropire este mai redusă față de intensitatea de stingere prescrisă de $0,12 \text{ l/sm}^2$, sprinklerele se vor apropia ca în figura 2.5.29, asigurându-se dublarea intensității de stropire:

$$i_p = 2 \times 0,062 = 0,124 \text{ l/sm}^2$$

Din tabelul 2.5.14 nu s-a putut găsi un sprinkler care să asigure intensitatea prescrisă, valoarea maximă fiind de $0,080 \text{ l/sm}^2$ pentru sprinklerul de INOX cu diametrul orificiului de 14 mm și presiunea de utilizare de 200 kPa .

Suprafața de stingere care revine pentru 1 sprinkler, la funcționarea în comun, este prezentată în figura 2.5.29 și are mărimea de:

$$A_p = R^2 = 3,2^2 = 10,24 \text{ m}^2$$

În figura 2.5.33 a, se prezintă modul de amplasare a sprinklerelor pentru a proteja hala cu dimensiunile $30 \times 24 \text{ m}$. Distanța de amplasare a sprinklerelor față de pereții halei este mai mică față de cea prescrisă de până la $0,5 R$.

Aria de declanșare de 260 m^2 se poate considera aleator pe suprafața halei dar, pentru calculul hidraulic al rețelei, situația cea mai defavorabilă corespunde ariei situată spre ultimele rânduri de sprinklere (zona hașurată din fig. 2.5.33a).

Pentru aria de declanșare de 260 m^2 rezultă dimensiunile de $24 \times 10,83 \text{ m}$ și un număr de 32 de sprinklere.

Pentru calculul hidraulic se utilizează schema din figura 2.5.33b. Calculul începe cu R_1 , tronsonul 1.1 și se continuă până la tronsonul 1.14.

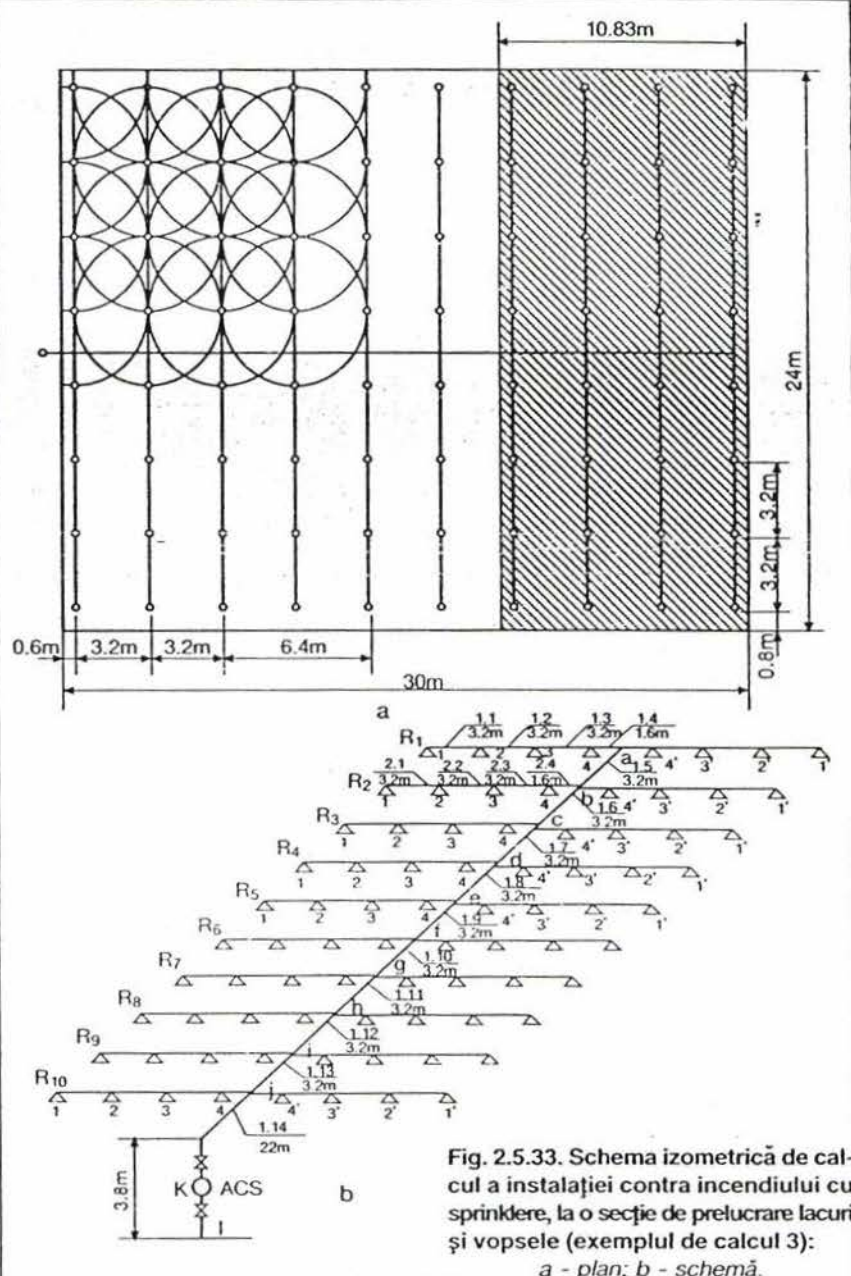


Fig. 2.5.33. Schema izometrică de calcul a instalației contra incendiului cu sprinklere, la o secție de prelucrare lacuri și vopsele (exemplul de calcul 3): a - plan; b - schemă.

Datele de calcul sunt prezentate în tabelul 2.5.18, anexa 2.5.2 și conțin elementele necesare pentru stabilirea diametrului fiecărui tronson, a presiunii necesare pentru asigurarea debitului de calcul și elementele pentru calculul diaframelor.

Pentru calculul hidraulic se utilizează nomogramele din figurile 2.5.62 și 2.5.68.

Cunoscând debitul de calcul al primului sprinkler, se dimensionează tronsonul 1.1 și se stabilește presiunea disponibilă în dreptul punctului de racord al celui de al doilea sprinkler.

Debitul de calcul al celui de al doilea sprinkler se stabilește cu relația 2.5.9, respectiv:

$$q_s = 0,623 \sqrt{\frac{107,07}{9,81}} = 2,06 \text{ l/s}$$

Procedând în același fel, pentru

sprinklerul 3 va rezulta un debit de calcul de $2,11 \text{ l/s}$ și pentru sprinklerul 4 un debit de $2,15 \text{ l/s}$.

Diferența de debite dintre primul și al patrulea sprinkler este de $7,5 \%$, respectând condiția de a nu fi mai mare de 15% . Dacă s-ar fi adoptat diametre mai mici la dimensiunile imediat următoare, încă de la al doilea sprinkler s-ar fi depășit diferența dintre debite de 15% .

Pentru a se menține diferența de $7,5 \%$ între sprinklerele cele mai depărtate și cele mai apropiate, toate ramurile de la 2 la 10 au fost dimensionate, calculele fiind efectuate cu ajutorul relației 2.4.35.

Diferența de presiune între punctul de referință a și punctul b s-a notat cu h_e , presiunea excedentară care se preia prin diafragma de pe ramurile R_2 stânga și dreapta.

$$h_e = \sum \xi \frac{v^2}{2} \quad [\text{kPa}]$$

Diametrul diafragmei se stabilește cu ajutorul nomogramei din figura 2.5.32, cunoscând mărimea rezistenței locale care se obține din relația 2.4.35:

$$\sum \xi = \frac{2h_e}{v^2}$$

presiunea excedentară h_e [kPa].

Viteza s-a considerat de 2,4 m/s corespunzătoare tronsonului 1.4 și diametrul interior al țevii $D_i = 68,7$ mm pentru țeavă cu diametrul exterior $D_e = 76$ mm.

Prevăzându-se diafragme, toate ramurile de la R2 la R10, stânga și dreapta, vor avea aceleași diametre ca tronsoanele de pe ramura R1.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul I (fig. 2.5.33b) de record al instalației de sprinklere la rețeaua exterioară de alimentare cu apă este $H_{rec\ tot} = 646,499$ kPa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum \xi$:

Tronson: 1.1

1 cot D_e 48,3 mm	$1 \times 1,2 = 1,2$
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	2,0

Tronsoane: 1.2; 1.3

1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	0,8

Tronson: 1.4

1 teu de bifurcație	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	2,0

Tronsoane: 1.5 ... 1.13

2 teuri de trecere	$2 \times 0,5 = 1,0$
Total	1,0

Tronson: 1.14

1 cot D_e 165,2 mm	$1 \times 1,0 = 1,0$
2 robinete cu ventil înclinat	$2 \times 2,0 = 4,0$
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	7,0

2.5.5. Instalații cu drencere pentru combaterea incendiilor

2.5.5.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații cu drencere

Instalațiile cu drencere pot fi utilizate pentru:

- stingerea incendiilor;
- protecție împotriva incendiilor, cu perdele de apă.

Drencerele pentru stingerea incendiilor se prevăd la:

- încăperile cu pericol mare de incendiu ca: platforme de filmare, hangare pentru avioane, garaje mari etc., unde, din cauza propagării rapide a focului sau din alte considerente, nu pot fi utilizate cu destulă eficiență alte mijloace

de stingere;

- scenele teatrelor, expoziții și alte săli aglomerate, în care publicul se află în prezența unor cantități mari de materiale combustibile;

- depozite de materiale sau substanțe combustibile cu degajări mari de căldură (cauciuc, celuloză, alcool etc.).

Perdelele de apă pentru protecție împotriva incendiilor, folosind drencere, se prevăd pentru protejarea:

- elementelor de închidere a golurilor (uși, ferestre etc.) din pereții despărțitori, pentru a evita transmiterea focului de la o încăpere la alta;
- cortinelor, ușilor sau obloanelor din pereți antifoc;
- porțiunilor de încăperi cu pericol de incendiu;
- golurilor scăriilor rulante;
- clădirilor din exterior, când nu sunt amplasate la distanțe de siguranță la foc (fațade, acoperișuri);
- coloanelor tehnologice înalte din industria chimică și petrochimică.

2.5.5.2 Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă a drencerelor

• Sisteme și scheme de instalații cu drencere

Instalațiile cu drencere se compun din:

- drencere;
- rețele de conducte;
- robinete (vane) și dispozitive de

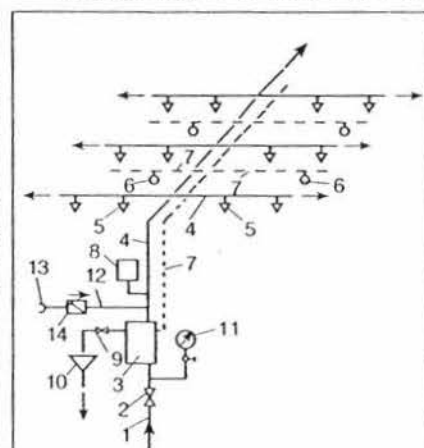


Fig. 2.5.34. Schema de funcționare a instalației cu drencere, cu acționare automată:

- 1 - conductă de alimentare cu apă;
- 2 - robinet principal de închidere;
- 3 - dispozitivul de acționare automată a instalației;
- 4 - rețea de conducte pe care se montează drencerele;
- 5 - drencere;
- 6 - detector de incendiu;
- 7 - circuit de impuls;
- 8 - dispozitiv de confirmare a comenzii de deschidere a alimentării cu apă;
- 9 - robinet de golire;
- 10 - până;
- 11 - manometru;
- 12 - conductă de racord;
- 13 - racord fix la pompe mobile de incendiu;
- 14 - clapetă de reținere.

acționare;

- surse de alimentare cu apă: branșamente, rezervoare pentru stocarea rezervei intangibile de apă necesară combaterii incendiului și stații de pompare a apei, cuplate cu rezervoare și recipiente de hidrofor;

- racorduri pentru cuplarea pompelor mobile de incendiu.

Întrucât drencerele sunt corpuri de sprinklere fără ventil, având orificiul permanent deschis, se utilizează în instalații fixe a căror caracteristică principală o constituie faptul că, în poziție de așteptare, conductele sunt pline cu apă numai parțial, și anume de la sursă până la dispozitivul de acționare a instalației cu drencere.

Sistemele de instalații cu drencere pot fi cu acționare: automată sau manuală.

Sistemul cu acționare automată se recomandă în toate cazurile și, în mod obligatoriu, în cazul în care drencerele sunt utilizate pentru stingerea incendiilor în încăperi sau pentru crearea unor perdele de apă necesare protecției golurilor din pereții antifoc, în locurile în care nu se lucrează permanent sau dacă operațiunile de acționare manuală nu se pot efectua în timp util.

Instalația cu drencere cu acționare automată este prezentată în figura 2.5.34. În caz de incendiu, detectoarele din zonă comandă, prin circuitul de impuls, deschiderea dispozitivului de acționare automată, care permite pătrunderea apei în conducte și dispersarea acestora de către drencere, în jeturi simultane, pe întreaga arie protejată.

Concomitent, dispozitivul de confirmare a comenzii de deschidere a alimentării cu apă emite semnalul de incendiu, care poate fi numai local (unde se află amplasată instalația cu drencere) sau local și centralizat (la punctul de comandă al formației de pompieri). De asemenea, în cazul telecomandării instalației este necesar să se confirme acționarea la punctul de comandă. În acest scop, se montează, după dispozitivul de acționare, un manometru cu contacte electrice sau un presostat, care semnalizează, prin circuitul electric, momentul în care apa a pătruns în rețeaua de conducte. Se poate utiliza pentru semnalizare și o supapă tip apă-apă, montată pe conducta principală de alimentare cu apă, înaintea dispozitivului de acționare, prevăzută cu turbină cu clopot sau semnalizare electrică.

Pentru detectarea incendiului și transmiterea impulsului de deschidere a dispozitivului de acționare a instalației se pot utiliza:

- detectoare automate și circuite electrice;
- cabluri cu elemente fuzibile și

conductă de impuls cu supape automate cu pârghii;

- sprinklere montate pe conducta de impuls.

Dispozitivele de acționare automată sau de la distanță a instalației cu drenare pot fi:

- ventile electromagnetice;
- robinete acționate electric;
- supape de acționare în grup.

Ventilele electromagnetice, montate pe conductele principale de alimentare cu apă a sistemelor drenare, se află în mod normal în poziția închis și scoase de sub tensiunea rețelei electrice. Comanda deschiderii lor se face în mod automat, când instalația de detectare emite un impuls electric sau manual, când se acționează local sau de la distanță un buton prevăzut în circuitele instalației. Ventilul electromagnetic poate fi acționat și direct, printr-o roată de manevră plasată sub el și care ridică mecanismul corpului sertar de pe scaunul de etanșare; în caz de incendiu se execută această operație, întotdeauna, după acționarea automată a instalației, pentru eventuale căderi de tensiune în circuitul electric de alimentare.

Robinetele acționate electric pot fi, după caz, robinete cu ventil sau vane cu servomotor și sunt utilizate la instalații automate sau telecomandate. Aceste robinete se montează pe conducta principală de apă, în plan orizontal sau vertical, după indicațiile furnizo-

rului, respectându-se cu strictețe sensul de curgere indicat cu săgeată pe corpul aparatului. Ca și ventilele electromagnetice, robinetele acționate electric, folosite în sistemul de protecție contra incendiului, sunt prevăzute cu o roată de manevră pentru acționarea manuală în cazul întreruperii accidentale a alimentării cu energie electrică.

Supapele universale pentru acționare în grup sunt dispozitive simple și sigure de deschidere a accesului apei în rețeaua de drenare, comanda făcându-se automat și/sau manual, prin intermediul unor detectoare și a unei conducte de impuls, umplută cu apă. Pentru exemplificare, în figura 2.5.35, este reprezentată schema unui sector de drenare cu supapă universală de acționare în grup comandată prin cabluri cu elemente fuzibile. Cablurile cu elemente fuzibile, care mențin în poziție închis supapele de impuls, se montează la partea superioară a încăperii, în zona drenajelor, la 10 ÷ 40 cm sub plafon. Distanța dintre elementele fuzibile va fi de maximum 2,5 m în încăperile cu pericol mare de incendiu și 3 m în celelalte cazuri. Conducta de impuls se leagă direct la camera interioară a supapei universale (fig. 2.5.36), iar printr-un robinet cu orificiu mic la conducta de alimentare cu apă.

Presiunea apei în conducta principală, în conducta de impuls și în camera interioară, este aceeași. Ca urmare a arilor inegale, forța de presiune care se exercită pe fața superioară a pistonului este mai mare decât cea care acționează de jos în sus, pe fața inferioară rămasă în contact cu apa din conducta de alimentare, ținându-l presat cu garnitura de

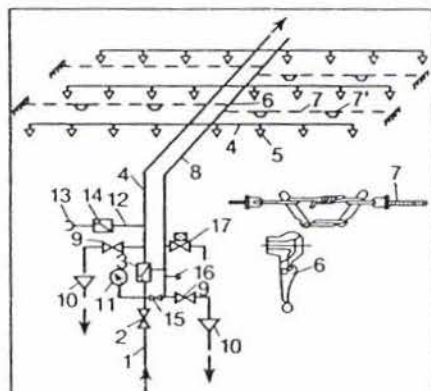


Fig. 2.5.35. Schema unei instalații cu drenare, cu supapă universală de acționare în grup și cabluri cu elemente fuzibile:

1, 2, 4, 5, la fel ca fig. 2.5.34; 3 - supapă universală de acționare în grup; 6 - supapă de impuls cu pârghie; 7 - cablu asamblat cu elemente fuzibile; 7' - element fuzibil; 8 - conductă de impuls; 9 - robinet de golire; 10 - pâlnie de golire; 11 - manometru; 12 - conductă de racord; 13 - racord fix la pompe mobile de incendiu; 14 - clapetă de reținere; 15 - robinet cu orificiu mic; 16 - supapă de impuls cu pârghie; 17 - robinet cu acționare electrică.

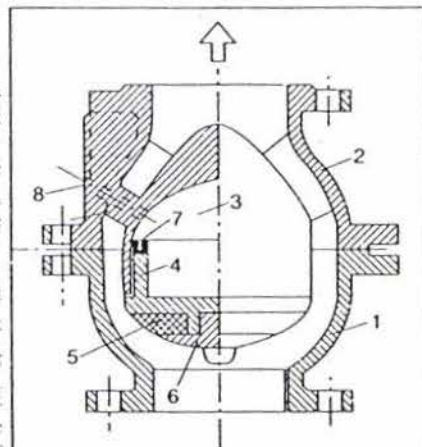


Fig. 2.5.36. Supapă universală de acționare în grup:

1 - corpul interior; 2 - corpul superior; 3 - camera interioară; 4 - piston cilindric; 5 - garnitură din cauciuc; 6 - capac; 7 - manșon de etanșare; 8 - canal de comunicare a camerei interioare cu conducta de impuls.

cauciuc pe scaunul supapei.

În caz de incendiu, elementele fuzibile se topesc, supapele de impuls se deschid, presiunea în camera interioară, aflată în comunicare cu conducta de impuls, scade și supapa se ridică. Apa pătrunde în rețeaua de distribuție și este dispersată pe zona protejată prin drenare. Efectul este similar dacă se acționează manual robinetul 9 (fig. 2.5.35) sau dacă pe conducta de impuls sunt montate sprinklerele care declanșează la incendiu.

Comanda automată a unor grupuri mici de drenare din ansamblul instalației se poate realiza folosind ventile de construcție specială (fig. 2.5.37) montate pe rețeaua de conducte. În acest caz, pe conducta principală a instalației, după robinetul de închidere, se montează un aparat de control și semnalizare (ACS) tip apă-apă - dacă instalația este permanent plină cu apă până la ventilele automate - sau unul tip aer-apă, respectiv aer și apă, când pe timp rece se introduce aer în instalație, între ACS și ventilele automate.

Ventilul automat acționează ca un sprinkler, fiind prevăzut cu o fiolă de sticlă (fig. 2.5.37b) sau cu declanșator cu aliaj ușor fuzibil. Sub acțiunea căldurii degajate de incendiu, se sparge fiola sau se topește fuzibilul ce ține închis ventilul automat, care este împins în jos și apa trece din conducta de alimentare, simultan, prin toate drenajele aferente ventilului declanșat.

Numărul și diametrul orificiului de curgere a drenajelor comandate local de ventilul automat montat pe rețea, se aleg în funcție de debitul acestuia. Aria aferentă unui ventil automat este de 10...16 m². Temperatura de declanșare se ia aceeași ca la sprinklere, fiind în mod obișnuit 70 °C, respectiv cu aproximativ 40 °C peste cea a mediului ambiant.

Instalațiile cu drenare, ca și instalațiile cu sprinklere, sunt alimentate cu apă, de regulă, din două surse:

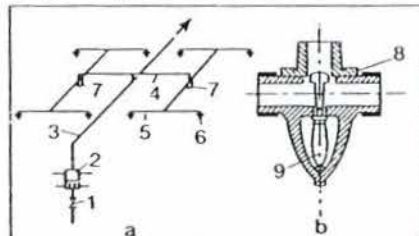


Fig. 2.5.37. Instalație cu drenare, cu ventile automate de acționare în grup: a - schemă; b - ventil automat-detaliu 1 - robinetul principal; 2 - aparat de control și semnalizare (ACS); 3 - rețeaua de conducte; 4, 5 - conducte; 6 - drenaj; 7 - ventil automat pentru acționarea unui grup mic de drenare; 8 - ventil; 9 - fiolă (sau fuzibil).

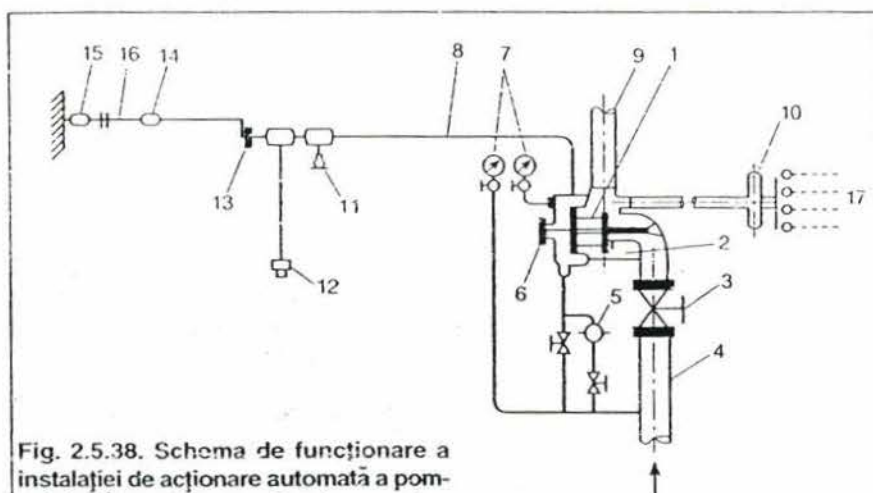


Fig. 2.5.38. Schema de funcționare a instalației de acționare automată a pompei de alimentare cu apă a drencelor:

1 - robinet cu două ventile (clape); 2 - corpul robinetului; 3 - robinet principal; 4 - conductă principală; 5 - diafragmă; 6 - dop; 7 - manometru; 8 - conductă pentru comanda robinetului cu două ventile; 9 - conductă principală de distribuție a apei la drencere; 10 - contactor electric pentru comanda pompei de incendiu și a semnalizării acustice a intrării în funcțiune a drencelor; 11 - sprinkler; 12 - robinet de manevră; 13 - clapetă de acționare; 14 - cablu ușor fuzibil; 15 - mecanism de întindere; 16 - fuzibil; 17 - rețea electrică.

- *inițială*, care poate fi o instalație de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor; rezervoare de înălțime etc. care asigură consumul de apă până la intrarea în funcțiune a sursei de bază;

- *de bază*, alcătuită dintr-o stație de pompare cuplată cu rezervoare de acumulare a apei și recipiente de hidrofor, care asigură consumul de apă pe toată durata teoretică a incendiului.

În cazul în care sursa de bază poate intra automat în funcțiune (fără întârziere), nu mai este necesară o sursă inițială.

Pentru pornirea automată a pompei

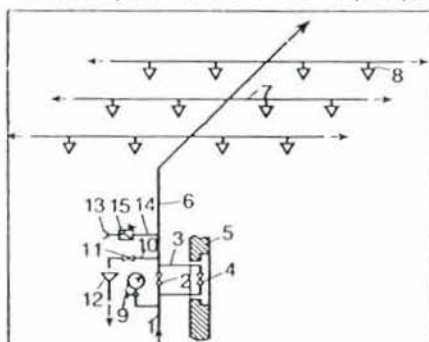


Fig. 2.5.39. Schema de funcționare a instalației cu drencere, cu acționare manuală:

1 - conductă principală de alimentare cu apă (de tip stație de pompare cuplată cu rezervoare); 2 - robinet principal; 3 - conductă de legătură la pompele mobile de incendiu prevăzută cu racorduri fixe și ventile de reținere; 4 - robinet; 5 - perete despărțitor; 6 și 7 - conducte de distribuție a apei; 8 - drencere; 9 - manometru; 10 - racord de golire; 11 - robinet de golire; 12 - până; 13 - racord pentru pompe mobile de alimentare cu apă; 14 - conductă de racord; 15 - clapetă de reținere.

de alimentare cu apă a instalației cu drencere, se folosește un robinet cu două ventile (fig. 2.5.38) prin deplasarea cărora apa trece prin conducta principală de alimentare a rețelei de drencere, printr-o conductă de legătură la membrana unui contactor electric, comandând pornirea pompei de incendiu prin închiderea circuitului de acționare a motorului electric al pompei. Simultan, membrana contactorului închide și circuitul electric de acționare a semnalizării acustice și optice (sau numai una dintre acestea) a intrării în funcțiune a drencelor.

Sistemul de acționare manuală se recomandă în cazul în care drencerele sunt utilizate pentru stingerea incendiului în încăperi industriale și pentru protejarea prin perdele de apă a unor porțiuni din încăperile cu pericol de incendiu sau pentru protecția golurilor din pereții despărțitori, dacă există în permanență personal de supraveghere, iar operațiile de acționare manuală pot fi efectuate în timp util de la semnalarea incendiului.

Instalația de drencere cu acționare manuală (fig. 2.5.39) are conductă principală umplută cu apă până la robinetul de acționare.

Deasupra robinetului de acționare se montează robinetul de golire și conductă de legătură la pompele mobile de incendiu prevăzută cu racorduri fixe și ventile de reținere.

• **Determinarea numărului de drencere și condițiile de amplasare a lor în clădiri**

În general, alegerea tipului și determinarea numărului de drencere rezultă din amplasarea lor ca să asigure inten-

sitatea de stingere necesară.

Tipul, numărul și modul de amplasare a drencelor utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor, se stabilesc astfel încât să se asigure în punctul cel mai dezavantajos o intensitate de stingere i de:

- $0,1 \dots 0,2 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ pentru suprafața elementelor orizontale sau înclinate, în funcție de natura, poziția și dimensiunile instalațiilor, utilajelor sau materialelor protejate, precum și de caracteristicile capetelor de debitare a apei utilizate;

- $0,2 \dots 0,5 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ pentru instalații tehnologice vulnerabile la incendii din secții cu pericol deosebit, intensitatea de stropire este, după caz, mai mare,

- $0,2 \text{ l/s}\cdot\text{m}$ pentru lungimea perdelei sau peliculei de protecție pentru elemente verticale;

- $0,1 \dots 0,15 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ pentru suprafața rezervoarelor orizontale sau sferice, incendiate sau expuse radiației termice; pentru determinarea debitului de apă necesar pentru răcirea rezervoarelor cilindrice învecinate se ia în considerare $1/4$ din suprafețele lor totale;

- $0,5 \text{ l/s}\cdot\text{m}$ pentru circumferința rezervorului incendiat și $0,25 \text{ l/s}\cdot\text{m}$ pentru semisuma circumferinței rezervoarelor expuse radiației termice, protejate cu instalații mobile.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale învecinate neizolate termic, ce conțin lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 55°C , depozitate la o temperatură inferioară celei de inflamabilitate, intensitățile de răcire se reduc cu 50 %.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale izolate termic cu izolații incombustibile, nu se prevăd instalații de răcire.

În cazurile în care se prevede ca răcirea elementelor orizontale, înclinate și verticale să se asigure prin instalații mobile, debitul se majorează, după caz, cu 30...50 %.

Prin „rezervoare învecinate expuse radiației” se înțeleg rezervoarele situate la o distanță de rezervorul incendiat mai mică decât 1,5 ori diametrul rezervorului incendiat.

Tipul, numărul și modul de amplasare a drencelor utilizate pentru formarea perdelelor de apă se stabilesc astfel încât să se asigure în punctul cel mai dezavantajos, intensitatea de stropire de minimum:

- $0,5 \text{ l/s}\cdot\text{m}$, în cazul în care goul sau elementul de protejat are o înălțime până la 3 m inclusiv;

- $1 \text{ l/s}\cdot\text{m}$, în cazul în care suprafața protejată are o înălțime mai mare de 3 m; aceeași intensitate se adoptă indiferent de înălțime la construcțiile la care propagarea incendiului ar prezenta pericol deosebit pentru aglomerări de oameni sau bunuri de mare valoare.

Numărul de drencere N_d se stabilește în funcție de debitul specific minim q_{ds} , mărimea zonei protejate A_i sau L_i și intensitatea minimă de debitare a apei i cu relația:

$$N_d = \frac{A_i \cdot i}{q_{ds}} \quad N_d = \frac{L_i \cdot i}{q_{ds}} \quad (2.5.18)$$

în care: L_i , A_i reprezintă lungimea, respectiv aria zonei care trebuie protejată, conform prescripțiilor legale în vigoare cu privire la gradul de dotare a obiectivelor [m] sau [m²];

- i - intensitatea minimă de debitare a apei (după caz: intensitatea de stingere, intensitatea de răcire, intensitatea de protecție), [l/s·m²] sau [l/s·m];
- q_{ds} - debitul specific minim al unui drencer [l/s].

În general, se consideră că instalația cu drencere este eficientă pentru o arie totală a suprafeței de răcire de 180...300 m². Se recomandă să se asigure o rezervă de drencere, calculată separat pentru fiecare tip din cele montate, de 2...5 %, însă nu mai mică de 10 buc. (procentul mare se aplică la instalațiile cu un număr redus de drencere).

Drencerele utilizate pentru stingerea incendiului se amplasează la fel ca sprinklerele, fără a se impune o distanță maximă față de plafon, dacă nu trebuie să asigure protecția elementelor de construcții ale tavanului.

La sălile de spectacole, care au scena amenajată, drencerele se amplasează:

- sub plafonul scenei, când acesta este executat din materiale combustibile, sub grătare, sub pasarele și în buzunarele scenei, neseperate de acestea prin cortine de siguranță;
- de ambele părți ale cortinei de siguranță, pentru protecția acesteia;
- deasupra golurilor protejate care leagă scena sau buzunarele scenei de încăperile vecine; atunci când sunt separate prin cortine, buzunarele pot fi prevăzute cu sprinklere.

Drencerele pentru perdelele de apă se amplasează astfel încât jeturile lor să formeze o protecție corespunzătoare continuă, a întregului gol și, în special, la partea superioară a acestuia,

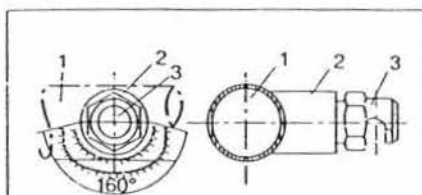


Fig. 2.5.40. Poziția de montare a drencelui cu paletă pentru perdea de protecție cu apă:
1 - conductă de alimentare; 2 - racord;
3 - drencer cu paletă dreaptă.

Tabelul 2.5.19. Valorile coeficientului a_i la diferite presiuni de utilizare H_i pentru drencere (STAS 1478)					
Tipul drencerului	Diametrul orificiului [mm]	H_i , [kPa]			
		50	100	150	200
		a_i			
Armătura Cluj	8,0	0,210	0,227*	0,231*	0,235*
	10,0	0,280	0,296*	0,300*	0,304*
	10,5	0,337	0,346	0,355	0,362
	12,0	0,357	0,403*	0,428*	0,421*
	12,5	0,438	0,484	0,509	0,502
De perdea	14,0	0,576	0,623	0,635	0,646
	12,5	0,455	0,501*	0,526*	0,519*

* Valorile informative ale coeficientului a_i

unde acțiunea incendiului este mai intensă. De regulă, perdelele de apă simple nu împiedică trecerea gazelor calde, ci numai sting particulele aprinse. Rezultate mai bune se pot obține dacă se creează perdele paralele, situate la anumite distanțe unele de altele. Amplasarea drencerelor pentru perdele de apă se face, de preferință, cu deflectorul paralel cu planul vertical al golului din elementul de construcție (fig. 2.5.40) folosindu-se drencere cu paletă sau rozetă dreaptă, care formează un jet plat. Distanța dintre ele se stabilește în funcție de unghiul de atac al jetului și diametrul orificiului de curgere. Distanța între două drencere se recomandă să fie de 1,5...2,5 m, iar distanța dintre rândul de drencere și golul de protejat 0,25...1,2 m. Dacă distanța între două drencere este mai mică de 1 m, acestea se amplasează alternativ, cu orificiul de stropire în sus și în jos.

Drencerele pentru protecția golurilor se amplasează cu cel puțin 40 cm deasupra golurilor protejate și cu orificiul de stropire orientat în jos. Pentru protecția golurilor mici se recomandă utilizarea drencerelor cu orificiul de stropire de 6...8 mm, iar la cele mari, dren-

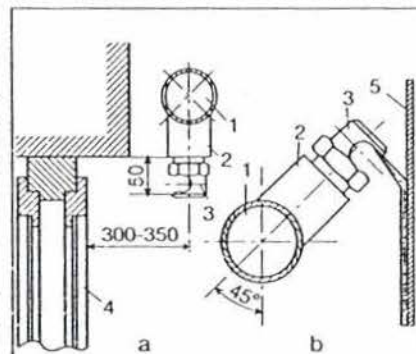


Fig. 2.5.41. Poziții de montare a drencerelor:

a - pentru protecția cu peliculă de apă a ferestrei; b - pentru răcirea mantalei rezervorului vertical;

1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - racord; 3 - drencer cu paletă dreaptă; 4 - fereastră; 5 - mantaua rezervorului.

cere cu orificiul mai mare de 8 mm. Drencerele pentru protecția cu peliculă de apă a elementelor de construcții și a utilajelor (rezervoarelor) se amplasează cu paleta orizontală sau înclinată la 45° (fig. 2.5.41).

• **Rețeaua de conducte a instalației cu drencere**

Instalația cu drencere se compune din sectoare în care sunt grupate maximum 72 drencere, fiecare sector fiind alimentat cu apă printr-o conductă principală prevăzută cu robinete de acționare.

Rețeaua de distribuție a instalației cu drencere poate fi ramificată sau inelară. Pe o ramură a rețelei ramificate se pot monta cel mult 6 drencere. Instalația cu drencere poate fi realizată separat sau combinată cu alte tipuri de instalații de combatere a incendiului.

În încăperile cu pericol mare de incendiu, în care nu există pericol de îngheț, rețeaua poate fi umplută cu apă până la un nivel maxim permis de poziția drencerelor. Acest nivel se controlează printr-o conductă cu robinet de golire.

Robinetele de acționare se amplasează cât mai aproape posibil de spațiul protejat de drencere, în locuri încălzite, ușor accesibile, ferite de acțiunea focului și retrase față de căile de evacuare a publicului. Ele se amplasează în case de scări, culoare sau încăperi vecine cu cele protejate, lângă intrări. În cazul în care nu se poate asigura un acces ușor și protejat la robinetul de acționare, montat în clădire, se prevede un robinet suplimentar, montat în paralel cu cel de acționare, prevăzut însă cu tijă prelungită și roată de manevră, plasată pe partea opusă a peretelui, la exteriorul clădirii, în nișă cu geam și indicator.

Când conductele rețelei cu drencere sunt montate în spații cu pericol de îngheț, conducta uscată, situată după robinetul de acționare normal închis, va avea un traseu de cel puțin 1,20 m în spațiul încălzit, înainte de a trece în spațiile vecine. De asemenea, ventilul de reținere al conductei de cuplare a pompelor mobile de incendiu va fi

plasat cât mai aproape de conducta principală a sistemului de drenare. Între ventil și racordurile fixe, se montează un robinet de golire.

2.5.5.3 Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a drenajelor

• Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării conductelor instalației de drenare

Debitul specific al unui drenaj se determină cu relația:

$$q_{si} = a_i \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \quad [l/s] \quad (2.5.19)$$

în care: H_i este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului drenajului [kPa], iar a_i - coeficient care depinde de coeficientul de debit μ și de diametrul d al orificiului, având valori redată în tabelul 2.5.19.

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor instalației cu drenare, Q_{dr} , utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor se stabilește cu relația:

$$Q_{dr} = \sum_{i=1}^n q_{si} \quad [l/s] \quad (2.5.20)$$

în care: n este numărul drenajelor prevăzute să funcționeze simultan, iar q_{si} - debitul specific al drenajului, determinat cu relația (2.5.19).

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor instalației de drenare utilizate la crearea perdelelor de apă Q_{dp} , pentru limitarea propagării incendiilor, se stabilește cu relația:

$$Q_{dp} = \sum_{i=1}^n q_{di} \quad [l/s] \quad (2.5.21)$$

în care: n este numărul drenajelor prevăzute să funcționeze simultan, iar q_{di} - debitul specific al unui drenaj determinat cu relația (2.5.19).

La stabilirea debitului de calcul al perdelelor de apă prevăzute pentru protecția golurilor scârilor rulante, se ia în considerare funcționarea simultană a perdelelor pe două niveluri succesive pentru timpul teoretic de funcționare egal cu cel al sprinklerelor.

Presiunea disponibilă luată în calcul la orificiul drenajului de stingere amplasat în condițiile cele mai dezavantajoase, trebuie să asigure intensitatea de stingere necesară, potrivit cerințelor producătorului.

Durata teoretică de funcționare a instalației cu drenare care servește pentru stingerea incendiilor și pentru crearea perdelelor de apă, pentru protecția golurilor din pereții interiori de compartimentare este de 1 h.

Durata teoretică de funcționare a instalației cu drenare care servește la protecția clădirii în exterior sau la protecția golurilor din pereții antifoc, variază de la caz la caz; în funcție de durata operațiilor de stingere, este de 1...3 h.

• Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

Pentru dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se aplică aceeași metodologie ca la instalația de sprinklere, pentru dimensionarea conductelor putându-se folosi rezistențele hidraulice liniare sau să se considere același debit la fiecare drenaj, prevăzându-se diafragme pentru consumarea presiunilor în exces.

2.5.6. Instalații fixe de stingere a incendiului cu apă pulverizată

2.5.6.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații fixe de apă pulverizată

Pulverizarea apei se realizează în scopul creșterii raportului între suprafața exterioară a picăturilor și masa lor

pentru a se obține un contact mai bun între apă și mediul ambiant în zona focarului, intensificarea transferului de căldură și, în consecință, stingerea mai rapidă a incendiului.

Comparativ cu instalațiile cu sprinklere sau drenare, instalațiile de pulverizare necesită presiuni mari ale apei (500...700 kPa).

Instalațiile fixe de stins incendiul cu apă pulverizată se prevăd pentru:

- stingerea incendiului de materiale combustibile solide (lemn, hârtie, textile, materiale plastice etc.);
- protejarea obiectelor: structuri și echipamente ale instalațiilor tehnologice; recipiente pentru lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 60 °C și gaze inflamabile; motoare cu ardere internă; încăperi cu număr mare de cabluri electrice cu izolație combustibilă; limitarea radiației termice emise de un incendiu învecinat, pentru a reduce absorbția căldurii până la limita care previne sau micșorează avariile;
- prevenirea formării unor amestecuri explozibile în spații închise (reducerea evaporării prin răcirea suprafețelor care vin în contact cu lichide inflamabile) sau în spații deschise (prin diluarea amestecurilor explozive sau a scăpărilor de gaze care pot forma amestecuri explozive);
- limitarea posibilităților de propagare rapidă a incendiului prin stropirea zonei de ardere;
- degazarea spațiilor incendiate prin spălarea atmosferei cu jeturi de apă pulverizată;
- protecția contra încălzirii excesive, prin răcirea intensă a materialelor, elementelor de construcții și instalațiilor tehnologice amenințate de incendiu;
- prevenirea incendiului prin stropirea cu apă a zonei în care scapă, în caz de avarie, lichide sau gaze combustibile, spre a se evita aprinderea;
- neutralizarea unor agenți agresivi asupra mediului.

2.5.6.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe cu apă pulverizată

• Schemele instalațiilor

Schema de funcționare a instalației de alimentare cu apă a pulverizatoarelor (folosită, în special, pentru protecția contra incendiului din tuneluri și subsoluri de cabluri electrice) cuprinde (fig. 2.5.42):

- rețelele de conducte (1) pe care se montează pulverizatoarele (2);
- racordurile (3) ale conductelor (1) la conducta principală (4) de alimentare cu apă. Pe fiecare din racordurile (3) se montează vane (5) de acționare individuală, manuală, locală sau de la distanță pentru pornirea pulverizării apei

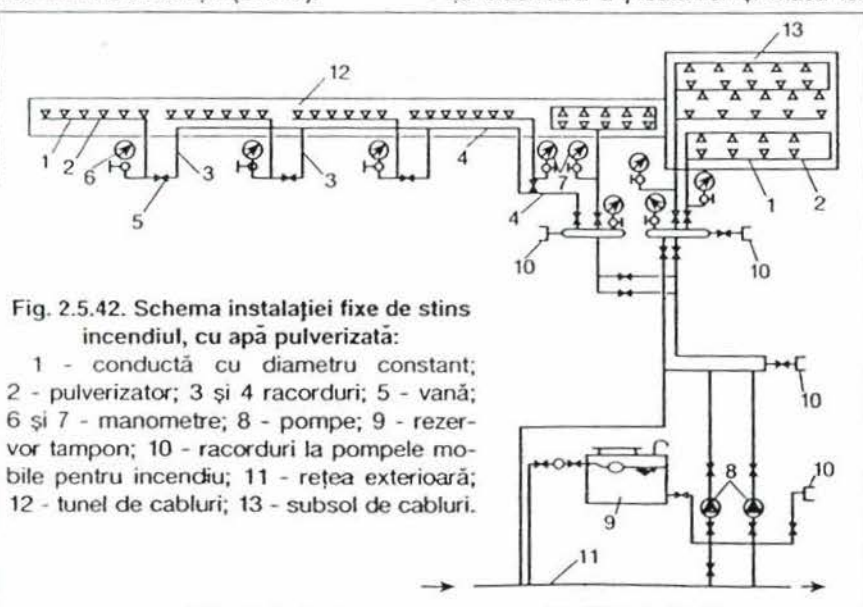


Fig. 2.5.42. Schema instalației fixe de stins incendiul, cu apă pulverizată:

- 1 - conductă cu diametru constant;
- 2 - pulverizator; 3 și 4 racorduri; 5 - vană;
- 6 și 7 - manometre; 8 - pompe; 9 - rezervor tampon; 10 - racorduri la pompele mobile pentru incendiu; 11 - rețea exterioară; 12 - tunel de cabluri; 13 - subsol de cabluri.

pe tronsonul respectiv și manometre (6) pentru verificarea presiunii apei la intrarea în conducta respectivă și (7) pentru verificarea presiunii pe conducta principală de alimentare cu apă;

- pompe (8) pentru ridicarea presiunii apei (care se prevede numai dacă rețeaua care constituie sursa de alimentare cu apă nu are presiunea necesară);

- rezervorul tampon (9) cu rol de acumulare a apei (care se prevede

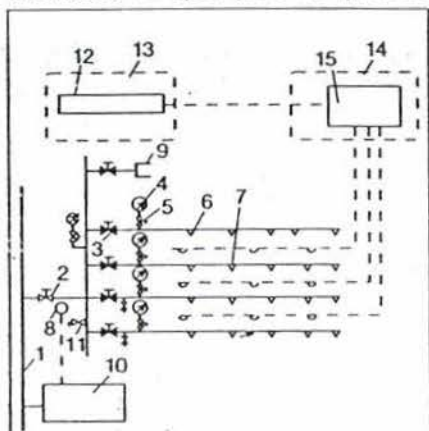


Fig. 2.5.43. Schema instalației de semnalizare și acționare a instalației de stins incendiu cu apă pulverizată:

1 - rețea de apă pentru incendiu; 2 - vană cu acționare manuală (normal deschisă); 3 - vană normal închisă; 4 - manometru; 5 - robinet de control (cu 3 căi); 6 - duză tip PLUVIA; 7 - detector termic de incendiu; 8 - buton pentru pornirea pompelor de incendiu; 9 - racord la pompele mobile de incendiu; 10 - stația pompelor de incendiu; 11 - robinet de golire; 12 - tablou de semnalizare; 13 - formația PSI; 14 - cameră de comandă; 15 - centrală de avertizare.

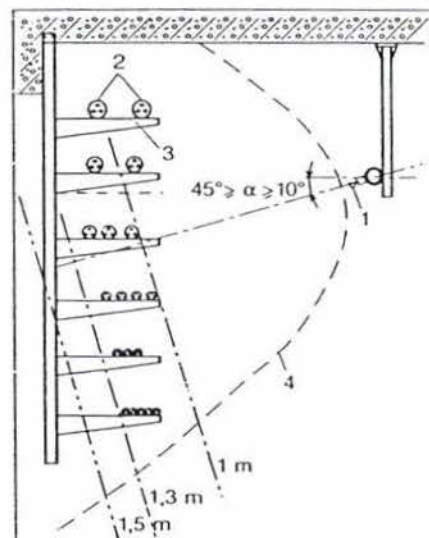


Fig. 2.5.44. Poziția de montare a duzelor tip PLUVIA:

1 - duză; 2 - cabluri electrice; 3 - consolă; 4 - conturul jetului de apă pulverizată.

când sursa de alimentare cu apă nu asigură permanent debitul necesar);

- racordurile (10) pentru pompe mobile de alimentare cu apă în caz de incendiu.

Alimentarea cu apă a instalației se poate face fie din rețeaua exterioară (11) de apă potabilă și de incendiu, fie din rețeaua de apă industrială (decantată, filtrată și neutră din punct de vedere chimic, pentru a evita coroziunea echipamentului, înfundarea duzelor etc.).

Distribuitorul instalației va fi prevăzut cu manometru.

Instalațiile de apă pulverizată se prevăd cu comandă automată și/sau manuală.

Acționarea manuală a robinetelor pentru punerea în funcțiune a instalației se admite cu condiția ca aceasta să se facă în timp util.

Pentru alimentarea instalației de la pompe mobile de stins incendiu se prevăd aceleași echipări ca la instalația cu sprinklere.

Intrarea în funcțiune a instalației fixe de apă pulverizată va fi semnalizată la serviciul de pompieri și la camera de comandă a obiectivelor protejate.

În figura 2.5.43 se prezintă schema de principiu a instalației de semnalizare și acționare a unei instalații de stins incendiu cu apă pulverizată. La apariția semnalului de incendiu dat de detectoarele termice de incendiu și recepționat la centrala de avertizare din camera de comandă, se pornesc pompele de incendiu și se urmărește prin lămpile de poziție dacă acestea au pornit. Se verifică, la fața locului, autenticitatea semnalului și se stabilește precis zona afectată. Dacă semnalul a fost real, se controlează presiunea la manometrul distribuitorului și se deschide vana aferentă compartimentului de incendiu.

• Determinarea numărului de pulverizatoare și amplasarea lor în clădiri

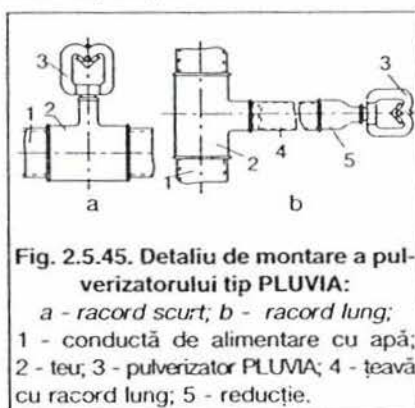


Fig. 2.5.45. Detaliu de montare a pulverizatorului tip PLUVIA:

a - racord scurt; b - racord lung;
1 - conductă de alimentare cu apă;
2 - teu; 3 - pulverizator PLUVIA; 4 - țevă cu racord lung; 5 - reducere.

Tipul și numărul de pulverizatoare (duze) se stabilesc în funcție de parametrii lor hidraulici indicați de producător și de intensitatea minimă de stingere a incendiului (STAS 12260). Se prevede o rezervă de 4...10 % din numărul total de pulverizatoare montate pentru înlocuirea celor aflate în revizie (înfundate sau deteriorate).

Distanța dintre pulverizatoare se recomandă să nu fie mai mare de 1,5...2,0 m. Distanțele maxime admise pentru pulverizatoarele tip PLUVIA sunt date în tabelul 2.5.20 în funcție de înclinarea axei jetului față de poziția verticală normală.

Direcția de stropire a duzelor este, de regulă, de sus în jos.

În tunelurile și subsolurile de cabluri electrice, pulverizatoarele se montează înclinat (fig. 2.5.44) cu un unghi de 45...10° astfel încât să stropască, pe cât posibil, tot șirul respectiv de rafturi sau console suprapuse. Distanțele între pulverizatoare se fixează în așa fel încât să se realizeze, în medie, o intensitate de stropire de cel puțin 0,2 l/s·m².

În figura 2.5.45a se prezintă, ca exemplu, un detaliu de montare cu racord scurt a pulverizatorului tip PLUVIA, iar în figura 2.5.45b un detaliu de montare cu racord lung a aceluiași tip de pulverizator.

• Rețeaua de conducte a instalației fixe de stingere a incendiului cu apă pulverizată

Instalația se proiectează și se execută cu țevi din oțel. Armăturile și fittingurile sunt din oțel sau din fontă maleabilă.

Rețelele de distribuție a apei pot fi ramificate sau inelare. Ramurile rețelelor ramificate pe care se montează pulverizatoarele, se execută, de regulă, cu diametru constant, ceea ce ușurează și execuția prefabricată a instalației. Diametrul conductei inelare se alege, de asemenea, constant, ceea ce mărește și gradul de siguranță în alimentarea cu apă a pulverizatoarelor.

Conductele de alimentare și armăturile aferente, până la distribuitor se protejează împotriva înghețului, prin amplasarea acestora în încăperi încălzite.

Conductele de distribuție de la distribuitor până la obiectul protejat sunt uscate.

Tabelul 2.5.20 Distanțele maxime de amplasare a pulverizatorului în funcție de înclinarea sa față de poziția verticală normală

Unghiul de înclinare α , [°]	45	90	135	180
Distanța de amplasare L, [m]	2,00	1,20	1,10	1,00

2.5.6.3 Dimensionarea conductelor instalației fixe de stins incendiul cu apă pulverizată

• Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitul specific al unui pulverizator se determină cu relația:

$$q_s = a \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \quad [\text{l/s}] \quad (2.5.22)$$

în care: H_i este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului pulverizatorului [kPa], iar a - coeficientul de debit al pulverizatorului, având valori redată în tabelul 2.5.21.

Debitul de calcul al conductelor instalației cu pulverizatoare se stabilește cu relația:

$$Q_c = \sum_{i=1}^n q_s \quad [\text{l/s}] \quad (2.5.23)$$

în care debitul specific, q_s , se calculează cu relația (2.5.22).

• Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor se efectuează după ace-

easi metodologie ca și în cazul instalației cu sprinklere.

Conductele rețelor ramificate pe care se montează pulverizatoarele se proiectează și se execută cu diametru constant.

Diametrul conductei inelare se alege, de asemenea, constant, ceea ce mărește și gradul de siguranță în alimentarea cu apă a pulverizatoarelor.

La calculul rețelor inelare se pune problema determinării punctului de convergență, adică punctul în care se întâlnesc curenții care pleacă în sensuri contrare din punctul de alimentare cu apă al inelului. Acest punct se determină punând condiția ca, pe traseele parcurse de cei doi curenți din punctul de alimentare cu apă până în punctul de convergență considerat, pierderile totale de sarcină să fie practic egale (se admite o diferență de 5 %), având în vedere că toate punctele inelului au, de regulă, aceeași înălțime geodezică. Cu alte cuvinte, se pune condiția ca, în punctul de convergență, sarcina hidrodinamică a apei să aibă o valoare unic

determinată.

2.5.6.4 Exemple de calcul

Exemplul de calcul 4

Se efectuează calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiului la un tunel de cabluri electrice (fig. 2.5.46) și se determină debitul și sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la rețeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare Se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, având diametrul orificiului $d = 6 \text{ mm}$, presiunea de utilizare $H_i = 400 \text{ kPa}$ și coeficientul $a_i = 0,139$ (tab. 2.5.21).

Pentru realizarea unei soluții economice, s-a aplicat condiția ca între debitele pulverizatoarelor extreme, amplasate pe o ramificație (în aria de declanșare simultană) să nu fie diferențe mai mari de 15 %.

Dimensionarea conductelor pe ramura I s-a făcut astfel încât diametrele tronsoanelor succesive să fie continuu crescătoare, începând de la tronsonul 1.1 la 1.6, iar vitezele de circulație a apei pe aceste tronsoane să nu depășească viteza maximă admisă de 5 m/s.

Calculul hidraulic al conductelor este redat în tabelul 2.5.22, anexa 2.5.3. S-a calculat mai întâi ramura I, tronsoanele 1.1...1.7, stabilindu-se sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul a (fig. 2.5.46).

Ramurile II și respectiv III (tronsoanele 2.1...2.7 și 3.1...3.7) s-au dimensionat la presiunea disponibilă în punctele a și b (tab. 2.5.22 - anexa 2.5.3).

Calculul hidraulic al conductelor s-a efectuat utilizând nomogramele din figurile 2.4.62. și 2.4.68.

Calculul sumei coeficienților de pierdere de sarcină locale $\Sigma \xi$:

Tronson: 1.1;

1 cot $D_e 26,9 \text{ mm}$	$1 \times 1,5 = 1,5$
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	2,3

Tronsoane: 1.2; 1.4; 1.6; 1.8;

1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	0,8

Tronsoane: 1.3; 1.5;

1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
Total	0,5

Tronson: 1.7;

3 coturi $D_e 60,3 \text{ mm}$	$3 \times 1,0 = 3,0$
1 robinet cu ventil	$1 \times 2,2 = 2,2$
inclinat $D_n 50 \text{ mm}$	
2 teuri de trecere	$2 \times 0,5 = 1,0$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	6,5

Tronsoane: 2.7; 3.7;

2 coturi $D_e 60,3 \text{ mm}$	$2 \times 1,0 = 2,0$
1 robinet cu ventil	$1 \times 2,2 = 2,2$

Tabelul 2.5.21. Valorile coeficientului a_i și ale presiunii normale de utilizare H_i pentru pulverizatoare (STAS 1478)

Tipul pulverizatorului	Diametrul orificiului [mm]	H_i [kPa]		
		400	500	600
PLUVIA	6,0	0,139	0,138	0,135
	7,0	0,161	0,165	0,163
	8,0	0,199	0,194	0,192
	10,0	0,321	0,350	0,358
	12,0	0,415	0,414	0,413
ER	7,0	0,094	0,092	0,092
14	14,0	$a^* = 0,200$ $H_i \geq 250$		

* Valori medii ale coeficientului a_i

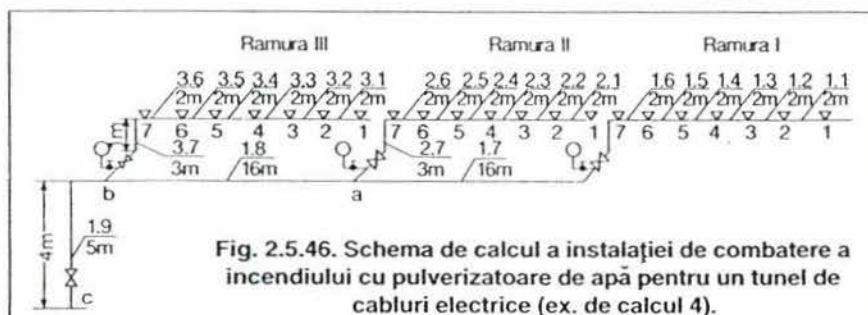


Fig. 2.5.46. Schema de calcul a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice (ex. de calcul 4).

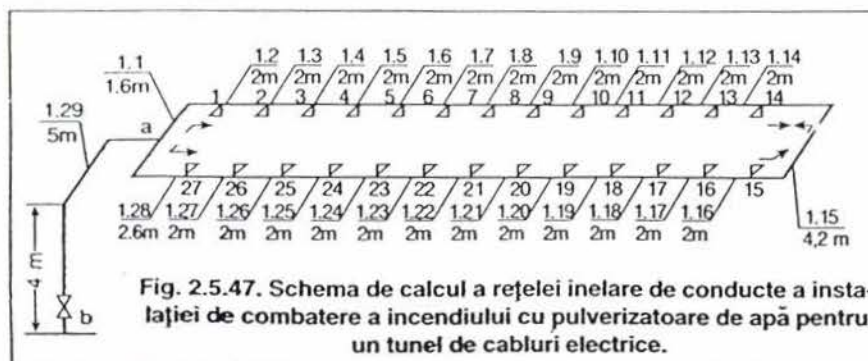


Fig. 2.5.47. Schema de calcul a rețelei inelare de conducte a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice.

înclinat D_n 50 mm	
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 teu de derivație	$1 \times 1,5 = 1,5$
Total	6,2
Tronson: 1.9;	
1 cot D_e 76,1 mm	$1 \times 1,0 = 1,0$
1 robinet cu ventil	$1 \times 2,0 = 2,0$
înclinat D_n 65 mm	
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	5,0

Pentru calculul diafragmelor s-a procedat la fel ca la diafragmarea ramurilor de la instalația de sprinklere (tab. 2.5.18 anexa 2.5.2), viteza s-a considerat de 3,6 m/s corespunzătoare tronsoanelor 2.7 și 3.7 și diametrul interior al țevii D_i 53 mm pentru țeava cu diametrul exterior $D_e = 60,3$ mm.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul c (fig. 2.5.46) de racord al instalației de pulverizare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă, este: $H_{nec\ tot} = 692,12$ kPa.

Exemplul de calcul 5

Se efectuează calculul hidraulic al rețelei inelare de conducte a instalației cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiilor la un tunel de cabluri electrice (fig. 2.5.47) și se determină sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la rețeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare Se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, având $d = 6$ mm, $H = 400$ kPa și $a = 0,139$ (tabel 2.5.21).

Pentru calculul hidraulic al rețelei inelare se presupune că punctul de

convergență, adică punctul în care se întâlnesc curenții ce pleacă în sensuri contrare din punctul a de alimentare cu apă a inelului, este punctul 14 (fig. 2.5.47). Acest punct se determină verificând condiția ca pe traseele parcurse de cei doi curenți, din punctul a de alimentare cu apă până în punctul de convergență 14, să rezulte aceeași pierdere totală de sarcină (toate punctele inelului au aceeași înălțime geodezică).

Calculul hidraulic al rețelei inelare este redat în tabelul 2.5.23 - anexa 2.5.4 și a fost efectuat utilizând nomogramele din figurile 2.4.62. și 2.4.68.

Diametrele tronsoanelor conductei inelare s-au stabilit în funcție de debitul de calcul al fiecărui pulverizator, stabilit pe baza presiunii de utilizare efective.

Pentru calculul rețelei s-au adoptat viteze care să nu depășească 5 m/s și care să permită să nu se depășească cu mai mult de 15 % diferența dintre pulverizatorul cel mai apropiat 1 sau 27 și pulverizatorul cel mai depărtat 14.

Calculul sumei coeficienților de pierdere de sarcină locale $\Sigma \xi$:

Tronsoane: 1.5; 1.10; 1.11; 1.13; 1.14; 1.16; 1.18; 1.19; 1.22:

1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	0,8

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.12; 1.17; 1.20; 1.21; 1.23; 1.24; 1.25; 1.26; 1.27:

1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
------------------	----------------------

Total 0,5

Tronsoane: 1.1; 1.28:

1 cot D_e 76,1 mm	$1 \times 1,0 = 1,0$
1 teu de bifurcație	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	3,0

Tronson: 1.15:

2 coturi D_e 26,9 mm	$2 \times 1,5 = 3,0$
1 teu de trecere	$1 \times 0,5 = 0,5$
1 reducere	$1 \times 0,3 = 0,3$
Total	3,8

Tronson: 1.29;

2 coturi D_e 114,3 mm	$2 \times 1,0 = 2,0$
1 robinet cu ventil	$1 \times 2,0 = 2,0$
înclinat D_n 100 mm	
1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
Total	6,0

Pentru echilibrarea celor două ramuri care formează inelul, s-a prevăzut o diafragmă pe tronsonul 1.1, care preia diferența de presiune de 38 780 Pa.

Calculul diafragmei s-a efectuat ca la exemplul de calcul 4, viteza pe tronsonul 1.1 fiind de 4,0 m/s și diametrul interior al țevii $D_i = 68,7$ mm pentru țeava cu diametrul exterior $D_e = 76$ mm.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul b (fig. 2.5.47) de racord al instalației de pulverizare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă, este: $H_{nec\ tot} = 704,798$ kPa.

Anexa 2.5.1 - Tabelul 2.5.13. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiului cu hidranți interiori, la un cămin studentesc, a cărei schemă de calcul este prezentată în figura 2.5.25 (exemplul de calcul 2)

Nr. tron-son	Numărul și felul armăt. racord.tron	Σnq_r [l/s]	$\Sigma 0,7nq_{sb}$ [l/s]	Σnq_s [l/s]	q_{cm} [l/s]	q_{ci} [l/s]	q_{ct} [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	II [Pa]	ΣII [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{ri} [Pa]	Σh_{ri} [Pa]	$H_r = \Sigma II + \Sigma h_{ri}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_g		H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Coloana H 1																						
1	1R	0,1		0,1	0,1		0,10	4	17,1	1,18	4000	16000	16000	22,5	15665	15665	31665	20000	1000	9810	61475	a
1a	Ajutaj					2,5	2,50	6,4										82500				
	Furtun					2,5	2,50	20	60,3	1,2	1000	20000	20000					82500				
	1RH					2,5	2,50	0,5	60,3	1,2	500	250	20250	10	7200	7200	27450	82500			109950	a
2-7	1R+1RH	0,1		0,1	0,1	2,5	2,60	22	60,3	1,22	510	11220	31470	5	3721	10921	42391	82500	16500	161865	286756	b
8	1RH					2,5																
	6R	0,6		0,6																		
	6L		0,29	0,89																		
	6D (15%)		0,14	1,02	1,02	2,5	3,52	2	60,3	1,72	1000	2000	33470	0,5	740	11661	45131	82500	16500	161865	289496	c
9	1RH					2,5																
	12R	1,2		1,2																		
	12L		0,59	1,79																		
	12D (15 %)		0,28	2,07	1,45	2,5	3,95	4	60,3	2	1400	5600	39070	0,5	1000	12661	51731	82500	16500	161865	296096	d
10	1RH					2,5																
	18R	1,8		1,8																		
	18L		0,88	2,68																		
	18D (15 %)		0,42	3,1	1,77	2,5	4,27	2	76	1,25	375	750	39320	0,5	391	13051	52871	82500	16500	161865	297236	e
11	1RH					2,5																
	23R	2,3		2,3																		
	24L		1,18	3,48																		
	24D (15 %)		0,56	4,04	2,02	2,5	4,52	2	76	1,3	410	820	40640	0,5	423	13474	54114	82500	16500	161865	298479	f
12	1RH					2,5																
	24R	2,4		2,4																		
	24L		1,18	3,58																		
	24D (15 %)		0,56	4,14	2,04	2,5	4,54	10,5	76	1,31	420	4410	45050	7,2	6178	19652	64702	82500	17500	171675	318877	A
Coloana M ₁ Traseul 1.1....1.12 ; H _{disp.} b = 286756 Pa																						
1.1	1D		0,14	0,14	0,14		0,14	1	21,4	0,86	1450	1450	1450	2,5	925	925	2375					
1.2	1D+1L		0,19	0,19	0,19		0,19	1,8	21,4	1,18	2700	4860	6310	15,5	10791	11716	18026					
1.3	1D+1L+1R	0,1	0,19	0,29	0,29		0,29	2	21,4	1,9	6500	13000	19310	0,5	903	12618	31928					
1.4	2D+2L+1R	0,1	0,38	0,48	0,48		0,48	0,8	26,9	1,58	3000	2400	21710	0,5	624	13242	34952					

Anexa 2.5.1 - tabel 2.5.13 continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.5	2D+2L+2R	0,2	0,38	0,58	0,58		0,58	2	26,9	1,9	4700	9400	31110	0,5	903	14145	45255					
1.6	3D+3L+2R	0,2	0,57	0,77	0,77		0,77	0,8	33,7	1,5	1950	1560	32670	0,5	563	14707	47377					
1.7	3D+3L+3R	0,3	0,57	0,87	0,87		0,87	2	33,7	1,7	2500	5000	37670	0,5	723	15430	53100					
1.8	4D+4L+3R	0,3	0,76	1,06	1,03		1,03	0,8	33,7	2	3600	2880	40550	0,5	1000	10430	56980					
1.9	4D+4L+4R	0,4	0,76	1,16	1,07		1,07	2	33,7	2,03	3700	7400	47950	0,5	1030	17460	65410					
1.10	5D+5L+4R	0,4	0,95	1,35	1,16		1,16	0,8	42,4	1,18	800	640	48590	0,5	348	17808	66398					
1.11	5D+5L+5R	0,5	0,95	1,45	1,21		1,21	2	42,4	1,28	950	1900	50490	0,5	410	18218	68708					
1.12	6D+6L+5R	0,5	1,13	1,63	1,28		1,28	4	42,4	1,3	1000	4000	54490	12,2	10309	28527	83017	30000	15500	152055	265072	b
Coloana M ₂ Traseul 2.1...2.12 ; H _{disp.} c = 289.496 Pa																						
2.1	1R	0,1		0,1	0,1		0,1	2	17,1	1,18	4000	8000	8000	18,5	12880	12880	20880					
2.2	1R+1D+1L	0,1	0,19	0,29	0,29		0,29	0,8	21,4	1,9	6500	5200	13200	0,5	903	13782	26982					
2.3	2R+1D+1L	0,2	0,19	0,39	0,39		0,39	2	26,9	1,28	2000	4000	17200	0,5	410	14192	31392					
2.4	2R+2D+2L	0,2	0,38	0,58	0,58		0,58	0,8	26,9	1,9	4700	3760	20960	0,5	903	15094	36054					
2.5	3R+2D+2L	0,3	0,38	0,68	0,68		0,68	2	26,9	2,2	5800	11600	32560	0,5	1210	16304	48864					
2.6	3R+3D+3L	0,3	0,57	0,87	0,87		0,87	0,8	33,7	1,7	2500	2000	34560	0,5	723	17027	51587					
2.7	4R+3D+3L	0,4	0,57	0,97	0,97		0,97	2	33,7	1,95	3400	6800	41360	0,5	951	17977	59337					
2.8	4R+4D+4L	0,4	0,76	1,16	1,07		1,07	0,8	33,7	2,03	3700	2960	44320	0,5	1030	19008	63323					
2.9	5R+4D+4L	0,5	0,76	1,26	1,12		1,12	2	42,4	1,17	780	1560	45880	0,5	342	19350	65230					
2.10	5R+5D+5L	0,5	0,95	1,45	1,21		1,21	0,8	42,4	1,28	950	760	46640	0,5	410	19759	66399					
2.11	6R+5D+5L	0,6	0,95	1,55	1,25		1,25	2	42,4	1,3	1000	2000	48640	0,5	423	20182	68822					
2.12	6R+6D+6L	0,6	1,13	1,73	1,32		1,32	4	42,4	1,32	1020	4080	52720	12,2	10629	30811	83531	20000	17500	171675	275206	b

Notă : 1. pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibilă chiar la alegerea vitezelor maxime admisibile, diferența de presiune se preia prin diafragme sau robinete de reglare;

2. pe tronsoanele 1.....12, se consideră număr întreg de dușuri în funcțiune din cele 15 % care funcționează în caz de incendiu;

3. pe tronsoanele de pe coloana M₁ și M₂, s-a considerat că dușurile funcționează la simultaneitatea prescrisă atunci când nu este incendiu;

4. tronsoanele de pe coloana M₃ se dimensionează la fel ca cele de pe coloana M₂, cele de pe coloana M₄ se dimensionează la fel ca cele de pe coloana M₁ și cele de pe coloana H₂, se dimensionează la fel ca cele de pe coloana H₁.

Anexa 2.5.2 - Tabelul 2.5.18. Calculul hidraulic al conductelor instalației de sprinklere (exemplul de calcul 3; fig 2.5.33)

Număr tron- son	Numărul și felul armătu- rilor racor- date la tronson	q_{sc} [l/s]	Σq_{sc} [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i \cdot l$ [Pa]	$\Sigma i \cdot l$ [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r =$ $\Sigma i \cdot l + \Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_{nec} [Pa]	h_e [Pa]	$\Sigma \xi$	Do/Di	Do [mm]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1S	2																		
1.1	1S		2,00	3,2	48,3	1,63	1380	4416	4416	2	2657	2657	7073	100000	107073					
2	1S	2,06																		
1.2	2S		4,06	3,2	60,3	2	1400	4480	8896	0,8	1600	4257	13153	100000	113153					
3	1S	2,11																		
1.3	3S		6,17	3,2	76	1,8	790	2528	11424	0,8	1296	5553	16977	100000	116977					
4	1S	2,15																		
1.4	4S		8,32	1,6	76	2,4	1400	2240	13664	2	5760	11313	24977	100000	124977					a
1.5	8S	2,15	16,64	3,2	114,1	2,05	520	1664	15328	1	2101	13414	28742	100000	128742	3765	1,31	0,85	58,4	b
1.6	16S	2,15	33,28	3,2	139,7	2,6	680	2176	17504	1	3380	16794	34298	100000	134298	9321	3,24	0,83	57,0	c
1.7	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	20704	1	6480	23274	43978	100000	143978	19001	6,60	0,77	52,9	d
1.8	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	23904	1	6480	29754	53658	100000	153658	28681	9,96	0,7	48,1	e
1.9	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	27104	1	6480	36234	63338	100000	163338	36361	13,32	0,63	43,3	f
1.10	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	30304	1	6480	42714	73018	100000	173018	48041	16,68	0,44	30,2	g
1.11	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	33504	1	6480	49194	82698	100000	182698	57721	20,04	0,29	19,9	h
1.12	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	36704	1	6480	55674	92378	100000	192378	67401	23,40	0,27	18,5	i
1.13	32S	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	39904	1	6480	62154	102058	100000	202058	77081	26,76	0,25	17,2	j
1.14	32S	2,15	66,56	22	165,2	3,6	1000	22000	61904	7	45360	107514	169418	100000	269418					

$$H_{nec\ tot} = H_{nec} + H_g + H_{acc} = 269.418 + 77.081 + 300.000 = 646.499 \text{ Pa}$$

Anexa 2.5.4 - Tabelul 2.5.23. Calculul hidraulic al conductelor instalatiei cu pulverizatoare (exemplul de calcul 5; fig 2.5.47)																				
Număr trun- son	Numărul și felul armătu- rilor racor- date la trunson	Q _{sc} [l/s]	ΣQ _{sc} [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	II [Pa]	Σ il [Pa]	Σξ	h _{ri} [Pa]	Σh _{ri} [Pa]	H _r = Σ il + Σ ri [Pa]	H _v [Pa]	H _{nec} [Pa]	h _e [Pa]	Σξ	Do/Di	Do [mm]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Rețea inelară : Traseul 1.14.....1.1																			
14	1P	0,887																		
1.14	1P		0,887	2	26,9	2,82	9500	19000	19000	0,8	3181	3181	22181	400000	422181					
13	1P	0,911																		
1.13	2P		1,798	2	33,7	3,5	10000	20000	39000	0,8	4900	8081	47081	400000	447081					
12	1P	0,938																		
1.12	3P		2,736	2	42,4	3	5000	10000	49000	0,5	2250	10331	59331	400000	459331					
11	1P	0,951																		
1.11	4P		3,687	2	42,4	4,05	9000	18000	67000	0,8	6561	16892	83892	400000	483892					
10	1P	0,976																		
1.10	5P		4,663	2	48,3	3,7	6700	13400	80400	0,8	5476	22368	102768	400000	502768					
9	1P	0,995																		
1.9	6P		5,658	2	60,3	2,6	2700	5400	85800	0,5	1690	24058	109858	400000	509858					
8	1P	1,002																		
1.8	7P		6,660	2	60,3	3,3	3500	7000	92800	0,5	2723	26781	119581	400000	519581					
7	1P	1,012																		
1.7	8P		7,672	2	60,3	3,7	4700	9400	102200	0,5	3423	30203	132403	400000	532403					
6	1P	1,024																		
1.6	9P		8,696	2	60,3	4,4	6100	12200	114400	0,5	4840	35043	149443	400000	549443					
5	1P	1,040																		
1.5	10P		9,736	2	60,3	4,9	7500	15000	129400	0,8	9604	44647	174047	400000	574047					
4	1P	1,063																		
1.4	11P		10,799	2	76	3,05	2200	4400	133800	0,5	2326	46973	180773	400000	580773					
3	1P	1,069																		
1.3	12P		11,868	2	76	3,35	2600	5200	139000	0,5	2806	49778	188778	400000	588778					
2	1P	1,077																		
1.2	13P		12,945	2	76	3,6	3100	6200	145200	0,5	3240	53018	198218	400000	598218					
1	1P	1,085																		
1.1	14P		14,030	1,6	76	4	3600	6080	151280	3	24000	77018	228298	400000	628298	38780	4,84	0,77	52,9	a

Anexa 2.5.4 - Tabelul 2.5.23 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Rețea înelară; Traseul 1.15.....1.29																			
15	1P	0,887																		
1.15	1P		0,887	4,2	26,9	2,82	9500	39900	39900	3,8	15110	15110	55010	400000	455010					
16	1P	0,947																		
1.16	2P		1,834	2	33,7	3,5	10000	20000	59900	0,8	4900	20010	79910	400000	479910					
17	1P	0,972																		
1.17	3P		2,806	2	42,4	3,1	5100	10200	70100	0,5	2403	22413	92513	400000	492513					
18	1P	0,985																		
1.18	4P		3,791	2	42,4	4,07	9000	18000	88100	0,8	6626	29038	117138	400000	517138					
19	1P	1,009																		
1.19	5P		4,800	2	48,3	3,7	6700	13400	101500	0,8	5476	34514	136014	400000	536014					
20	1P	1,027																		
1.20	6P		5,827	2	60,3	2,6	2700	5400	106900	0,5	1690	36204	143104	400000	543104					
21	1P	1,03																		
1.21	7P		6,861	2	60,3	3,3	3500	7000	113900	0,5	2723	38927	152827	400000	552827					
22	1P	1,04																		
1.22	8P		7,904	2	60,3	3,7	4700	9400	123300	0,8	5476	44403	167703	400000	567703					
23	1P	1,057																		
1.23	9P		8,961	2	60,3	4,45	6200	12400	135700	0,5	4951	49354	185054	400000	585054					
24	1P	1,073																		
1.24	10P		10,034	2	60,3	5	8100	16200	151900	0,5	6250	55604	207504	400000	607504					
25	1P	1,094																		
1.25	11P		11,128	2	76	3,1	2300	4600	156500	0,5	2403	58006	214506	400000	614506					
26	1P	1,1																		
1.26	12P		12,228	2	76	3,35	2600	5200	161700	0,5	2806	60812	222512	400000	622512					
27	1P	1,107																		
1.27	13P		13,335	2	76	3,7	3200	6400	168100	0,5	3423	64234	232334	400000	632334					
1.28			13,335	2,6	76	4,05	3900	10140	178240	3	24604	88838	267078	400000	667078					a
1.1		14,030																		
1.29			27,37	5	114,1	3,2	1400	7000	185240	6	30720	119558	304798	400000	704798					b

$$H_{nec\ tot} = H_{nec} + H_g = 704\ 798 + 39\ 240 = 744\ 038\ Pa$$

2.6. Rețele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.1. Sisteme, scheme și condiții de realizare a rețelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.1.1 Alcătuirea și clasificarea rețelor exterioare de alimentare cu apă rece

Rețeaua exterioară de alimentare cu apă cuprinde totalitatea conductelor, armăturilor, aparatelor de măsură, siguranță și control, construcțiilor și instalațiilor, accesoriilor care asigură transportul apei de la rezervoarele de acumulare (magazine) sau de la instalațiile de ridicare a presiunii apei, până la conductele de racord (branșamentele) ale consumatorilor și constituie o parte componentă a sistemului de alimentare cu apă a localității sau industriei. Rețeaua exterioară de alimentare cu apă trebuie să asigure debitul maxim orar, la presiunea de serviciu necesară. Presiunea de serviciu este presiunea minimă necesară care trebuie asigurată, în orice punct de branșament (racord) al instalațiilor interioare la rețeaua exterioară, pentru a putea fi furnizat debitul necesar de apă pentru consum menajer, industrial sau pentru combaterea incendiilor. Presiunea maximă admisă în rețelele exterioare de alimentare cu apă este de 6 bar stabilită din condiția de rezistență a instalațiilor interioare (conducte, armături) din clădiri.

La proiectarea rețelor exterioare se ține seama de o serie de factori și anume: sistematizarea localităților care urmează a fi alimentate cu apă, amplasamentul consumatorilor, relieful terenului, configurația străzilor, căile de acces public și poziția unor obstacole naturale (râuri, parcuri etc.) sau artificiale (alte rețele amplasate în zonă, căi de comunicații etc.). Alegerea judicioasă a schemei (alcătuirii) rețelei este rezultatul analizei factorilor de mai sus și a unor calcule de eficiență economică.

Rețelele exterioare de alimentare cu apă se compun din următoarele categorii de conducte (fig. 2.6.1):

- principale sau artere 1 care transportă apa de la rezervorul de acumulare (compensare) sau de la stația de pompare, în sectoarele de consum;
- de serviciu 2 sau conducte „publice”, care transportă apa de la conductele principale până la punctele de branșament; la aceste conducte se execută branșamentele 3 ale stației de hidrofor sau clădirilor. De asemenea, la conductele de serviciu se pot monta hidranți exteriori pentru combaterea incendiilor 4 sau hidranți pentru stropit spații verzi 5;

- secundare 6, numite și rețele exterioare de distribuție a apei în ansambluri de clădiri, care transportă apa de la instalația de ridicare a presiunii 7 (de regulă, instalația de pompare a apei cuplată cu recipient de hidrofor) la instalațiile 8 din interiorul clădirilor 9.

După forma în plan se disting următoarele tipuri de rețele:

- ramificate, prin care apa circulă într-o singură direcție;
- inelare cu puncte de ramificație numite noduri, alcătuite din bucle sau ochiuri închise, la care apa poate ajunge în orice punct cel puțin din 2 direcții;
- mixte, cu porțiuni ramificate și porțiuni inelare.

Rețelele inelare prezintă siguranță în exploatare, atât în cazul consumurilor menajere și industriale cât, mai ales, pentru combaterea incendiilor; în cazul unei defecțiuni într-un punct al unui tronson (porțiuni) al rețelei se poate continua alimentarea cu apă a celorlalți consumatori, pe când la o rețea ramificată se întrerupe alimentarea cu apă pe toată suprafața localității sau industriei din aval de acest punct.

După calitatea apei transportate se disting: rețele exterioare pentru alimentare cu apă potabilă sau cu apă industrială.

După numărul de conducte de transport a apei, rețelele exterioare pot fi cu:

- o singură conductă de distribuție a apei pentru consum menajer, industrial și pentru combaterea incendiilor;
- conducte separate pentru fiecare fel de consum;
- conducte comune pentru anumite categorii de consum al apei.

În cazul centrelor populate se prevede, în general, o singură rețea exterioară de distribuție pentru apa necesară consumului menajer, industrial și pentru combaterea incendiilor.

Sunt cazuri când întreprinderile industriale necesită debite mari de apă nepotabilă și rezultă ca economică o alimentare separată cu apă pentru procese tehnologice și separat o rețea de apă potabilă și pentru combaterea incendiilor. Pentru a se evita infectarea apei potabile se interzice orice legătură permanentă sau ocazională între rețeaua de apă potabilă și rețelele de apă industrială nepotabilă (netratată sau tratată sumar, după necesități).

După valoarea presiunii necesare a apei pentru combaterea incendiilor se deosebesc 2 tipuri de rețele, de:

- joasă presiune (minimum 0,7 bar, în cazul hidranților pentru combaterea incendiilor), astfel că presiunea necesară la ajutorul țevii de refulare este asigurată de motopompe;
- înaltă presiune, cu stații proprii de pompare.

Rețelele de joasă presiune se folo-

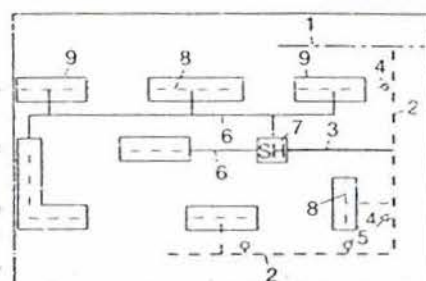


Fig. 2.6.1. Rețea exterioară de alimentare cu apă a unui ansamblu de clădiri:

1 - conductă principală sau arteră; 2 - conductă de serviciu; 3 - branșament; 4 - hidrant de incendiu; 5 - hidrant de grădiniță; 6 - conductă de distribuție în ansamblul de clădiri; 7 - stație de hidrofor; 8 - conductă de distribuție în interiorul clădirii; 9 - clădire.

sesc în întreprinderi industriale cu pericol redus de incendiu, iar cele de înaltă presiune în întreprinderi industriale cu pericol mărit de incendiu, ca de exemplu: în industria lemnului, în industria petrolieră, chimică etc.

2.6.1.2 Rețele exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

La alcătuirea rețelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri se ține seama de: sistematizarea ansamblului de clădiri, respectiv, amplasarea consumatorilor în plan și pe verticală, și legat de aceasta, posibilitatea grupării clădirilor cu aceeași înălțime; relieful terenului; sarcina hidrodinamică disponibilă și presiunile necesare la consumatori; mărimea și variațiile debitului de apă necesar la punctele de consum; condițiile de calitate a apei; costurile specifice de investiție și ale energiei de pompare a apei.

Presiunile necesare la consumatori sunt: 0,7 bar - pentru hidranții exteriori de incendiu la care se racordează autpompe; 0,5...0,7 bar - pentru instalațiile interioare de alimentare cu apă rece ale clădirilor cu parter racordate direct la rețeaua exterioară; 0,5...0,7 bar, pentru racordarea stațiilor de pompare cu recipiente de hidrofor; 2,5...4 bar, pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și 4 etaje; 4,5...6 bar, pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și 9 etaje. Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune fiind de 6 bar, pentru presiuni necesare care depășesc 6 bar se adoptă 2 sau mai multe zone de presiune a apei.

Rețelele exterioare de distribuție a apei reci cu o singură zonă de presiune pot fi:

- racordate direct la conductele de serviciu ale rețelei de alimentare cu apă a localității. Conductele de serviciu pot avea configurația ramificată, inelară sau mixtă, în funcție de mărimea localității și importanța consumatorilor;

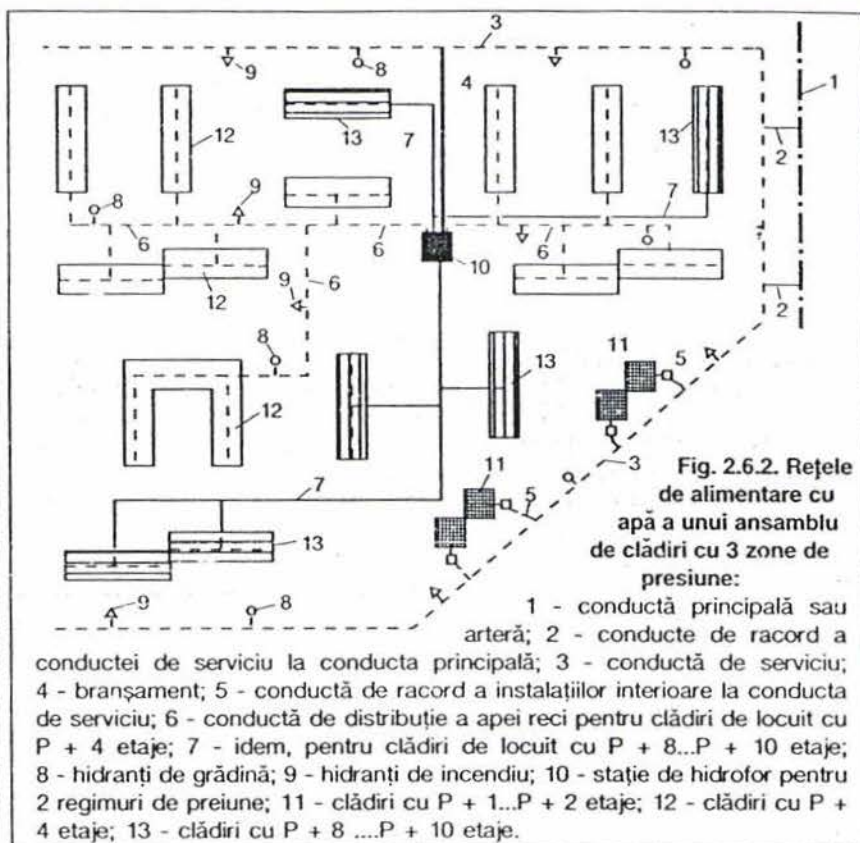
- racordate indirect la conductele de serviciu, prin intermediul stațiilor de pompare cu sau fără recipiente de hidrofor.

Alimentarea cu apă dintr-o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor constituie o soluție economică pentru ansambluri de clădiri de locuit cuprinzând până la 6 000 apartamente. Instalațiile interioare care au sarcina hidrodinamică necesară egală sau mai mică față de cea din conductele de serviciu (ca de exemplu, instalațiile interioare de alimentare cu apă rece din școli, grădinițe, cămine de copii, cinematografe etc.) se racordează direct la conductele de serviciu. Hidranții de incendiu exteriori pot fi racordați fie la conductele de serviciu, fie la rețeaua exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri, iar hidranții pentru stropit spații verzi numai la rețeaua exterioară a ansamblului de clădiri.

Alimentarea cu apă cu mai multe stații de pompare se adoptă pentru ansambluri de clădiri cuprinzând 5 000... 6 000 de apartamente sau chiar și pentru ansambluri mai mici, dar amplasate pe terenuri cu denivelări mari, care pot conduce la depășirea presiunii de 6 bar în unele instalații interioare, în care caz stațiile de pompare se amplasează la cote diferite și se dimensionează fiecare pentru o singură zonă de presiune a apei. Hidranții exteriori de incendiu și hidranții de stropit spații verzi se amplasează la fel ca în cazul alimentării cu o singură stație de pompare.

Când presiunea necesară la consumatori depășește 6 bar, fie datorită regimului de înălțime al clădirilor, fie datorită denivelărilor terenului sau când presiunea necesară nu depășește 6 bar, dar numărul clădirilor cu înălțime redusă este comparabil cu cel al clădirilor cu înălțime mare, se adoptă rețele distincte de distribuție a apei reci, cu regimuri diferite de presiune. În acest caz, alimentarea cu apă se poate face printr-o singură stație de pompare prevăzută cu pompe separate pentru cele 2 rețele, respectiv, zone de presiune, sau cu stații de pompare distincte pentru fiecare rețea, respectiv zonă de presiune, când clădirile mai înalte sunt amplasate grupat într-o anumită zonă a ansamblului de clădiri.

Când presiunea disponibilă în conductele de serviciu poate asigura alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și instalațiile interioare ale clădirilor cu înălțime mică, iar restul clădirilor din ansamblu sunt grupate pe 2 regimuri de înălțime, soluția economică de alimentare cu apă poate fi prin 3 rețele distincte, respectiv, pe 3 zone de presiune. În prima zonă de presiune a apei din conductele de



serviciu se asigură alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și a instalațiilor din clădirile cu înălțime mică racordate direct. În a 2-a zonă de presiune, sunt grupate instalațiile clădirilor cu $P + 4$, $P + 5$ etaje, iar în zona a 3 - a instalațiile clădirilor cu $P + 8 \dots P + 10$ etaje. Este indicat să se prevadă o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor, cu agregate de pompare separate pentru cele 2 zone de presiune, ale rețelilor distincte de distribuție a apei pentru clădirile cu $P + 4$, $P + 5$ etaje, respectiv pentru $P + 8 \dots P + 10$ etaje (fig. 2.6.2). În funcție de mărimea sau întinderea ansamblului de clădiri și de denivelările terenului alimentarea cu apă se poate face și cu stații de pompare separate pentru fiecare rețea exterioară corespunzătoare zonei de presiune respectivă.

2.6.1.3 Racordarea instalațiilor interioare la rețelele exterioare de alimentare cu apă sau la surse (branșamente)

Branșamentul este conducta de racord între instalația interioară și rețeaua exterioară de alimentare cu apă (conductă publică sau de serviciu) sau sursele proprii ale consumului respectiv.

Branșamentele pot fi de 2 feluri: provizorii, folosite numai în perioada de execuție a construcției, și definitive, folosite și ca branșamente provizorii în perioada de construcție.

În funcție de importanța consumatorului, branșamentele pot fi simple sau multiple. În cazul în care consumatorul

necesită o alimentare cu apă continuă, fără nici o întrerupere, cum sunt, de exemplu, industriile cu procese tehnologice la care întreruperea alimentării cu apă poate determina degradarea produselor sau deteriorarea aparatelor utilizate, se iau măsuri speciale de siguranță în alimentarea cu apă, prevăzându-se:

- 2 racorduri de la aceeași conductă de serviciu;
- 2 racorduri de la 2 rețele de pe străzi diferite;
- realizarea unei rezerve intangibile, de avarie.

În anumite cazuri, se prevăd mai mult de 2 branșamente; în aceste situații branșamentele se dimensionează astfel încât din cele n branșamente prevăzute, $n - 1$ să asigure debitul de apă necesar în instalație.

Branșamentul se amplasează în zona de consum maxim de apă, în vederea obținerii unei soluții cât mai economice pentru rețeaua de distribuție a apei și se execută perpendicular pe frontul clădirii, astfel încât să aibă o lungime cât mai mică, iar străpungerea fundațiilor la intrarea în clădire să se facă ușor.

Un branșament poate alimenta cu apă o singură clădire sau un ansamblu (grup) de clădiri dacă, în general, se încadrează în aceeași categorie, ca de exemplu, în cazul ansamblurilor de clădiri de locuit.

Pe conducta de branșament, după punctul de racord, se montează subteran o vană (robinet) de concesie de la

Tabelul 2.6.1. Distanțe minime în plan orizontal dintre rețele exterioare de alimentare cu apă și alte rețele, elemente de construcții sau arbori [m]

Denumirea rețelei	Rețele de canalizare	Conducte de gaze	Fundația clădirilor fără subsol	Fundația clădirilor cu subsol	Bordură rigolă	Șină de tramvai	Rigolă cu guri de scurgere	Arbori (axa lor)
Rețele exterioare de alimentare cu apă	3,0	0,6	2,0	3,0	0,5	2,0	0,7	1,5

Observații:
 1. Distanța față de șina de tramvai se aplică în cazul conductelor metalice;
 2. Pentru conducte pozate în terenuri sensibile la umezire, se aplică prevederile: Normativul privind proiectarea și executarea construcțiilor fondate pe pământuri sensibile la umezire.

care se poate închide alimentarea cu apă a întregii instalații interioare, în caz de nevoie. De asemenea, pe conducta de bransament se montează instalația pentru măsurarea și înregistrarea consumului de apă, compusă din apometru și armăturile anexe.

2.6.1.4 Amplasarea (pozarea) rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece

Ținând seama de schemele de alimentare cu apă adoptate și urmărind reducerea volumului de lucrări și a consumului de materiale, rețelele exterioare se pot amplasa:

- *îngropate în sol*, sub adâncimea de îngheț stabilită pentru localitatea respectivă, conform datelor din STAS 6054. Se recomandă ca traseele conductelor să treacă, pe cât posibil, prin spațiile verzi (pentru a fi ușor accesibile în caz de defecțiune), cât mai aproape de consumatori și cât mai scurte. În terenuri normale, distanța minimă de la aliniamentul clădirilor până la axa conductelor de apă de distribuție este de 3 m. Distanțele minime în plan orizontal și vertical, precum și condițiile de amplasare la traversări și încrucișări cu alte rețele sau obstacole sunt indicate în tabelele 2.6.1 și 2.6.2. Se interzice trecerea conductelor de apă potabilă prin căminele de vizitare ale rețelei de canalizare, prin canale de evacuare a apelor uzate, haznale etc. Conductele de alimentare cu apă potabilă nu vor fi legate cu conductele de apă nepotabilă sau industrială. Conductele metalice se izolează pentru protecția contra

coroziunii (STAS 7335/5);

- *în canale de protecție*, în cazurile în care terenul este sensibil la umezire și nu pot fi respectate distanțele impuse (prin normativul P 7) față de fundațiile clădirilor sau când conductele de alimentare cu apă trebuie să fie protejate împotriva acțiunilor mecanice exterioare. În general, se evită amplasarea conductelor de alimentare cu apă rece în canale în care se montează și conductele de alimentare cu apă caldă. Când traseele conductelor de apă rece și caldă sunt comune și se impune montarea conductelor de apă rece în canale, se adoptă soluția de separare a canalului în 2 compartimente;

- *în subsolurile clădirilor*, când acestea sunt prevăzute cu subsoluri sau cu canale mediane circulabile. Soluția este economică, reducându-se costurile investițiilor și consumurile de metal și ciment. La adoptarea acestei soluții se iau următoarele măsuri de protecție: conductele se izolează termic, pentru a se evita încălzirea apei reci; la traversarea rosturilor de tasare a pereților sau a fundațiilor clădirilor, golurile sunt mai mari decât diametrele exterioare ale conductelor cu 10...15 cm; conductele traversează golul pe la partea inferioară a acestuia, iar etanșarea golurilor în jurul conductelor se face cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elemente de construcții nu se admit îmbinări; în cazurile în care golurile sunt determinate de dimensiunile canalelor respective se asigură accesibilitatea conductelor pentru întreținere și reparații

în timpul exploatareii;

- *în galerii subterane vizitabile*, împreună cu alte rețele, în cazuri speciale (artere cu circulație intensă, condiții de teren foarte dificile, nevoie de supraveghere frecventă sau de intervenție rapidă);

- *aerian*, pe porțiuni scurte ale rețelei.

2.6.2. Materiale și echipamente specifice pentru rețelele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.2.1 Conducte și armături

a. *Tuburi din beton armat precomprimat*. Se utilizează, în special, la conductele de aducțiune sau artere pentru alimentarea cu apă a centrelor populate și a industriilor. Tuburile se fabrică cu diametrele nominale de 400, 600, 800 și 1 000 mm și pentru presiuni de regim de 4, 7 și 10 bar.

b. *Tuburi și piese de legătură din fontă ductilă (fontă de presiune)*. În țară, se produc tuburi din fontă de presiune, bitumate sau nebitumate la interior și piese de legătură (STAS 9392 și STAS 1515), rezistente la presiunea interioară de 6 bar. Aceste tuburi sunt tot mai mult înlocuite de tuburile din fontă ductilă (produse de numeroase firme străine), având aceleași diametre nominale, care au o fiabilitate mult mai mare.

c. *Țevi și fittinguri din oțel*. Se folosesc țevi din oțel carbon, sudate longitudinal, zincate (pentru apă potabilă) sau nezincate (pentru apă industrială), filetate sau nefiletate (STAS 7656), precum și țevi sudate longitudinal, pentru construcții (STAS 7657).

d. *Țevi și fittinguri din PVC, polipropilenă sau polietilenă*. Caracteristicile acestor țevi sunt prezentate în cap. 2.4.

2.6.2.2 Hidranți exteriori pentru stingerea incendiilor

a. *Hidranți subterani de incendiu*. În țara noastră, hidranții subterani de incendiu (STAS 695, fig. 2.6.3) se execută cu diametre de 70 și 100 mm, pentru presiunea de 10 bar. Se racordează la rețeaua exterioară prin intermediul unei piese de legătură fixată cu flanșă de corpul subteran al hidranților.

Tabelul 2.6.2. Condiții de amplasare pentru încrucișări de conducte (conform STAS 8591)

Rețele care se încrucișează	Condiții de amplasare	Măsuri de protecție pentru cazurile în care condițiile de amplasare prevăzute în acest tabel nu pot fi respectate
Conducte de alimentare cu apă potabilă cu canale de ape uzate	Conductele de alimentare cu apă potabilă se amplasează deasupra canalelor de ape uzate, la distanța minimă de 40 cm.	Conductele de alimentare cu apă potabilă se introduc în tuburi de protecție. Tuburile de protecție trebuie să depășească canalul de ape uzate, de o parte și de alta din axul acestuia, cu: - 2,50 m, în teren impermeabil; - 5,00 m, în teren permeabil
Conducte de alimentare cu apă cu canalizație telefonică	Conductele de alimentare cu apă se amplasează sub canalizația telefonică	Soluția de amplasare se stabilește cu acordul întreprinderilor care exploatează rețelele respective

Flanșele de racordare ale pieselor de legătură cu hidranții subterani se execută cu diametre de 50, 70 și 80 mm pentru hidranți având diametrul de 70 mm și cu diametre de 100 și 125 mm pentru hidranți având diametrul de 100 mm. Hidranții subterani sunt prevăzuți cu dispozitive de golire a apei pentru a se evita înghețarea în timpul iernii. Furtunurile de incendiu se racordează la hidranții subterani prin intermediul hidranților portativi cu robinete (STAS 697), care pot fi cu 2 racorduri fixe (fig. 2.6.4) sau fără robinete de închidere (STAS 698), care pot fi cu cot simplu sau dublu.

Firmele străine (CIA - Italia; HS Control System Limited - Anglia etc.) produc hidranți subterani cu diametre nominale de 50, 70, 80, 100, 125 și 150 mm, precum și întreaga garnitură de robinete și racorduri pentru alimentarea cu apă de la rețea, respectiv de la motopompe.

b. Hidranți supraterani de incendiu. Hidranții supraterani prezintă mult mai mare siguranță în exploatare decât hidranții subterani, putând fi ușor identificați și racordați rapid la sursele de alimentare cu apă (inclusiv motopompe) și la echipamentul de stins incendii.

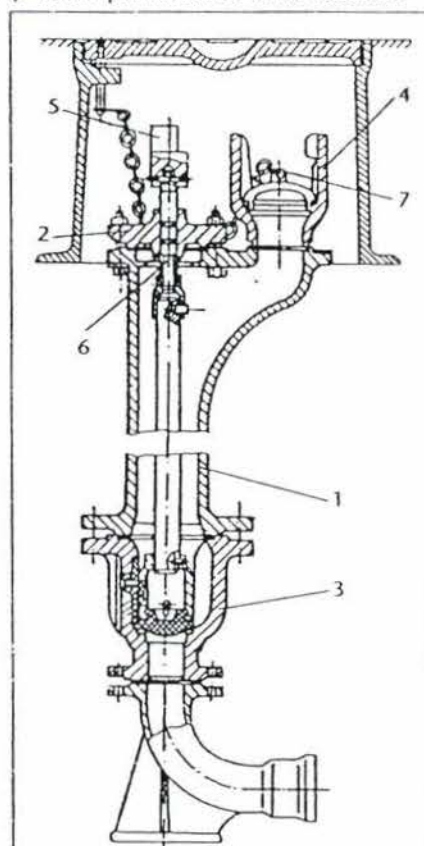


Fig. 2.6.3. Hidrant subteran de incendiu:

1 - corp; 2 - capac; 3 - cutia ventilului; 4 - racord cu gheare; 5 - piesă de legătură pentru cheie; 6 - tijă; 7 - capacul racordului.

Hidranții de suprafață pentru stingerea incendiilor produși în țară (STAS 3479) se execută cu diametre de 70 și 80 mm, pentru presiunea nominală de 10 bar (fig. 2.6.5). Se folosesc pentru racordarea furtunurilor sau a autopompelor la instalațiile fixe.

Firmele străine (HAWLE - Austria, CENTRO ITALIA ANTINCENDIU, CIA - Italia, SAFETY & EMERGENCY SYSTEMS, SES ENGINEERING - SUA și altele) produc hidranți supraterani cu diametre nominale de 50, 70, 80, 100 mm, modelele normal și scurt, cu A = 350 mm și B = 500, 700 și 1 000 mm, din inox, cu capul din fontă, ceea ce le conferă o maximă protecție anticorozivă.

2.6.2.3 Hidranți pentru stropit spații verzi

Se execută în 3 mărimi cu diametre de 1/2; 3/4 și 1", pentru presiunea nominală de 6 bar, cu roată de manevră și corpul din fontă, iar restul pieselor din alamă; sunt prevăzuți cu racord cu piuliță olandeză și cu racord pentru furtun. Se montează la nivelul terenului în cutii de protecție.

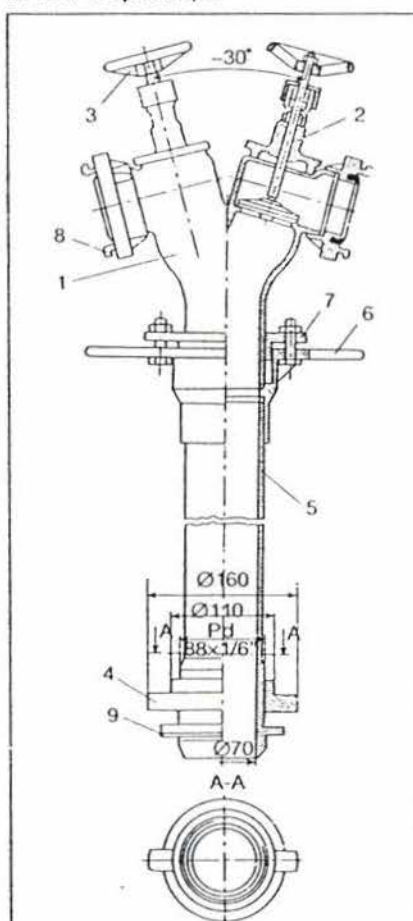


Fig. 2.6.4. Hidrant portativ cu robinete:

1 - corp bifurcat; 2 - capacul robinetului; 3 - roată de manevră; 4 - piuliță de racordare cu urechi; 5 - corp tubular; 6 - flanșe cu mânere; 7 - flanșe; 8 - racord fix; 9 - garnitură.

2.6.3. Dimensionarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.3.1 Stabilirea tipurilor și numărului punctelor de consum alimentate cu apă rece din rețelele exterioare

La rețelele exterioare de alimentare cu apă rece se pot racorda: hidranți exteriori pentru incendiu; hidranți pentru stropit spații verzi; hidranți pentru platforme de gunoi; fântâni de băut apă; fântâni ornamentale cu jocuri de apă.

a. Hidranți exteriori pentru incendiu. Numărul, tipul, amplasarea și debitul specific al hidranților exteriori pentru combaterea incendiilor se stabilesc astfel încât, debitul de calcul al conductei de distribuție a apei pentru stingerea din exterior a incendiului Q_{ie} [l/s] să fie asigurat pentru fiecare

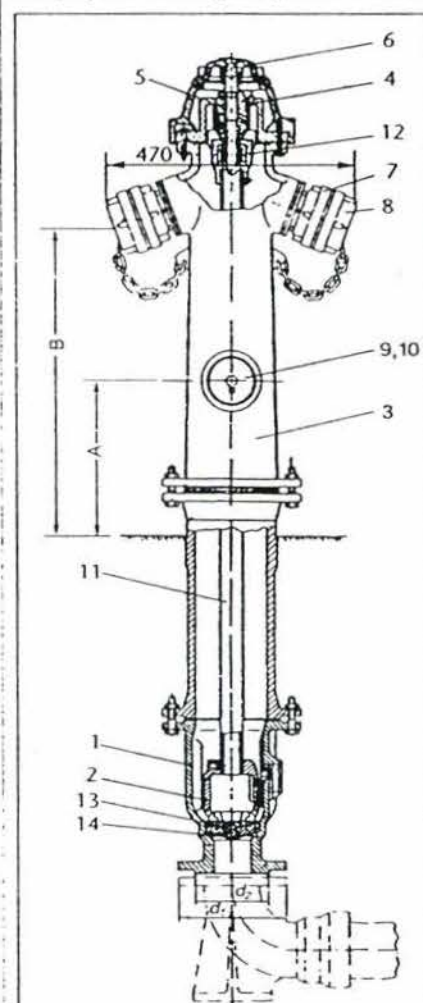


Fig. 2.6.5. Hidrant suprateran:

1 - cutia ventilului; 2 - corpul ventilului; 3 - corpul hidrantului; 4 - corpul presgarniturii; 5 - buche de presiune; 6 - capac de manevră; 7 - racord fix B sau C; 8 - racord infundat B sau C; 9 - racord fix A; 10 - racord infundat A; 11 - tijă; 12 - piulița tijei; 13 - garnitura ventilului; 14 - scaunul ventilului.

Tabelul 2.6.3. Debitul de incendiu exterior q_{ie} [l/s] și numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate (STAS 1343/I)

Numărul locuitorilor din centrul populat [N]	Numărul de incendii exterioare simultane [n]	q_{ie} [l/s]	
		Clădiri cu 1...4 niveluri	Clădiri cu peste 4 niveluri
5000	1	5	10
5001...10000	1	10	15
10001...25000	2	10	15
25001...50000	2	20	25
50001...100000	2	25	35
100001...200000	2	30	40
200001...300000	3	40	55
300001...400000	3	-	70
400001...500000	3	-	80
500001...600000	3	-	85
600001...700000	3	-	90
700001...800000	3	-	95
800001...1000000	3	-	100

Observații:

1. Valorile din tabel se aplică și în cazul cartierelor izolate, separate de centrul populat printr-o zonă neconstruită, mai lată de 300 m.
2. Debitul pentru un incendiu exterior (q_{ie}) și numărul de incendii simultane (n) pentru centrele populate cu peste 1000000 locuitori se determină pe bază de studii speciale.
3. În cazul rețelelor cu zone de presiune, se analizează și situația în care fiecare zonă funcționează independent în caz de incendiu.

compartiment de incendiu, ținând seama de schema adoptată pentru stingerea incendiilor (cu pompe mobile sau cu linii de furtun racordate direct la hidranți exteriori).

Numărul hidranților exteriori se determină astfel încât fiecare punct al clădirilor să fie atins de numărul de jeturi în funcțiune simultană, debitul însumat al acestora trebuind să asigure debitul de apă de incendiu prescris pentru fiecare tip de clădire.

Numărul de incendii exterioare simultane care poate avea loc pe teritoriile întreprinderilor industriale se stabilește astfel:

- suprafața teritoriului este mai mică de 150 ha, un incendiu;
- suprafața teritoriului este mai mare de 150 ha, se consideră 2 incendii simultane, alegând 2 clădiri care necesită cele mai mari debite de apă de incendiu;
- în zona industrială având o suprafață mai mare de 150 ha, se află mai multe întreprinderi industriale, fiecare cu incinta mai mică de 150 ha, alimentate cu apă prin rețele comune, rețelele din fiecare incintă se calculează considerând un singur incendiu, iar rețelele comune pentru 2 incendii simultane care necesită cele mai mari debite de apă;
- zone industriale cu suprafața mai mare de 300 ha, numărul de incendii simultane se stabilește de comun acord cu Inspectoratul General al Pompierilor;
- depozite sau grupe de depozite de cherestea, bușteni, traverse, lemne de foc și depozite de cărbuni, având o suprafață mai mare de 20 ha; se iau în calcul 2 incendii simultane, considerând 2 sectoare diferite care necesită debitele cele mai mari.

Numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate și zone industriale, în cazul în care se asigură alimentarea cu apă rece prin rețele comune, se stabilește pentru:

- centrele populate cu mai puțin de 10 000 de locuitori și o zonă industrială cu suprafața până la 150 ha se consideră un singur incendiu, la centrul populat sau la zona industrială unde debitul de incendiu este cel mai mare;
- centrele populate cu populația cuprinsă între 10 000 și 25 000 de locuitori având și o zonă industrială cu suprafața până la 150 ha se consideră 2 incendii simultane, unul la centrul populat și altul la zona industrială, sau amândouă la centrul populat, dacă rezultă în ultimul caz un debit mai mare;
- centrele populate cu mai puțin de 25 000 de locuitori și cu o zonă industrială având suprafața peste 150 ha se vor lua în calcul 2 incendii simultane, unul la centrul populat și altul la zona industrială sau ambele la centrul populat sau zona industrială, corespunzătoare debitului de incendiu cel mai mare;
- centrele populate cu populația egală sau mai mare de 25 000 de locuitori, având o zonă industrială cu suprafața mai mare de 150 ha numărul incendiilor simultane și debitele de calcul se stabilesc separat pentru centrul populat, pe baza datelor din tabelul 2.6.3 și separat pentru zona industrială, după care se însumează debitele de apă pentru incendiu.

Pentru centrele populate din mediul rural, conform prevederilor Normativului pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural

(P 66), necesarul de apă pentru combaterea incendiilor se stabilește astfel:

- 5 l/s pentru localități având până la 5000 locuitori, la care debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 5 l/s;
- 10 l/s pentru localități având până la 10 000 locuitori, la care debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 10 l/s.

Dacă debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești, la localități având până la 5000 de locuitori, este mai mic de 5 l/s, necesarul de apă pentru combaterea incendiilor se asigură printr-o rezervă de apă de 10 m³.

Repartinizarea incendiilor simultane se face astfel încât un incendiu să revină unei suprafețe locuite de cel mult 10 000 de locuitori.

Distanța medie d între 2 incendii simultane se determină cu relația:

$$d = \frac{10000}{\sqrt{D_p}} \quad [\text{m}] \quad (2.6.1)$$

în care D_p reprezintă densitatea populației, în număr de locuitori/ha.

Distanțele de amplasare a hidranților exteriori de incendiu se stabilesc în funcție de raza de acțiune a hidranților, care se consideră de 120 m când presiunea apei necesară la hidranți este asigurată de rețeaua exterioară, de 100...150 m în cazul folosirii motopompelor și de 200 m în cazul folosirii autopompelor. La stabilirea distanțelor de amplasare a hidranților exteriori pentru incendiu se ține seama și de faptul că înălțimile clădirilor care pot fi protejate nu depășesc 45 m.

Presiunea minimă la hidranții exteriori de la care se intervine direct pentru stingere, trebuie să asigure realizarea de jeturi compacte de minimum 10 m lungime, țeava de refulare acționând în punctele cele mai înalte și depărtate ale acoperișului (stivelor) cu un debit de 5...10 l/s.

Presiunea minimă (măsurată la suprafața terenului) la hidranții exteriori de la care intervenția pentru stingere se asigură folosind pompe mobile, trebuie să fie de minimum 0,7 bar. Ca urmare, hidranții de incendiu pot fi alimentați cu apă din rețele exterioare având sarcina hidrodinamică, în punctul de racord al hidrantului, $H_{disp} \geq 0,7$ bar.

Hidranții exteriori de incendiu ai rețelelor de joasă presiune se amplasează la 2 m de bordura părții carosabile a drumului; dacă rețeaua exterioară de alimentare cu apă este amplasată într-o zonă verde, distanța de la bordura părții carosabile a drumurilor până la hidranți va fi de maximum 6 m.

Hidranții exteriori de incendiu se montează la 5 m de suprafața zidurilor clădirii și la 10...15 m de sursele de căldură.

Pentru localitățile din mediul rural, conform prevederilor Normativului P

66, pe porțiunile de rețele de alimentare care distribuie debitul maxim orar:

- < 5 l/s, nu se prevăd hidranți de incendiu;

- între 5 și 10 l/s, se prevăd 3 până la 5 hidranți de incendiu amplasați la distanțe de max. 500 m între ei;

- > 10 l/s, se prevăd 5 până la 10 hidranți de incendiu amplasați la distanțe de max. 500 m între ei.

În terenurile sensibile la umezire, pe lângă distanțele impuse de condițiile de siguranță, se ține seama ca distanța față de clădiri să fie de o dată și jumătate înălțimea stradalului de pământ sensibil la umezire.

b. Hidranți pentru stropit spații verzi. Numărul de hidranți se stabilește prin amplasarea lor, distanța dintre 2 hidranți fiind de 130...140 m, ținând seama de raza de acțiune a unui hidrant (numeric egal cu lungimea furtunului care este de 100 m), astfel încât fiecare punct să fie atins de jetul de apă, asigurându-se stropirea întregului spațiu verde. Suprafața de udat care revine unui hidrant este de circa 2 ha și se calculează ca fiind suprafața unui pătrat înscris într-un cerc cu rază egală cu raza de acțiune a unui hidrant, care este de 100 m. Debitul specific q_{hg} al unui hidrant de grădină cu diametrul nominal D_n 20 mm este de 0,60 l/s, iar al unui hidrant cu D_n 25 mm de 0,80 l/s. Intensitatea medie de stropire i_{hg} a spațiilor verzi, aleilor și drumurilor este $i_{hg} = 1,65...2,2$ l/m² zi.

Numărul de hidranți în funcțiune simultană pentru stropitul unei suprafețe date, S , în m², se calculează cu relația:

$$n = \frac{i_{hg} \cdot S}{q_{hg}} \quad (2.6.2)$$

în care valoarea lui q_{hg} se exprimă în l/zi.

Numărul de hidranți de grădină în funcțiune simultană de pe un tronson de conductă de alimentare cu apă al rețelei exterioare va fi egal cu numărul de hidranți racordați la tronsonul respectiv, dar nu mai mare decât numărul de hidranți în funcțiune simultană din ansamblul de clădiri considerat, calculat cu relația (2.6.2).

c. Fântâni de băut apă. Se prevăd în locuri special amenajate, în curțile școlilor, grădinițelor de copii, terenurilor de sport, fabricilor, atelierelor etc., numărul lor determinându-se în funcție de numărul persoanelor care le folosesc (§ 4 și STAS 1478).

2.6.3.2 Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

a. Debite specifice. La un hidrant exterior pentru incendiu se consideră de

Tabelul 2.6.4. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor, q_c , la clădirile civile izolate, pentru învățământ, spitale, clădiri cu săli aglomerate, clădiri social-administrative (STAS 1478)

Gradul de rezistență la foc a clădirii	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, q_c , [l/s] raportat la volumul clădirii (compartimentul de incendiu), [m ³]							
	până la 2000	2001	3001	5001	10001	15001	30001	peste 50000
	...	3000	5000	10 000	15 000	30 000	50 000	
I - II	5	5	5	10	10	15	20	25
III	5	5	10	10	15	20	-	-
IV	5	10	10	15	-	-	-	-
V	5	10	15	20	-	-	-	-

Observații:

1. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor pentru clădiri din centre populate se ia conform STAS 1343/1;

2. Debitul de calcul al rețelelor de serviciu (care fac legăturile între arterele dimensionate conform aliniatului 1 de mai sus), în cuprinsul ansamblurilor de clădiri de locuit în care predomină - ca suprafață construită - blocurile de grad I - II de rezistență la foc, se determină luând în considerare debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiului q_c , luat din tabelul 2.6.4 în funcție de volumul acestor clădiri (compartimentului de incendiu). Dacă elementele portante (stâlpi, pereți portanți) au limita de rezistență la foc mai mică de 2,5 h, debitul se ia corespunzător gradului III de rezistență la foc. În cazul în care, în aceste ansambluri de clădiri de locuit se prevede, în perspectivă, posibilitatea executării unor construcții cu caracter deosebit (cluburi, case de cultură, magazine universale, clădiri civile cu înălțimea mai mare de 45 m etc.), care necesită un debit mai mare pentru stingerea incendiului, la stabilirea soluției de alimentare cu apă se vor avea în vedere și aceste construcții.

5 l/s. În lipsa unor măsurători asupra variației debitului hidranților de incendiu exteriori fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare cu apă, se utilizează datele prezentate în nomograma din figura 2.6.6. La hidranții portativi cu cot dublu, cu diametrul de 70 mm, se obține un debit de 10 l/s la o presiune disponibilă de 50 Pa, asigurându-se astfel alimentarea cu apă pe 2 linii de furtun. În cazul folosirii unui distribuitor cu 3 căi se pot alimenta 3 linii la un hidrant portativ cu un cot și 4 linii la un hidrant portativ cu 2 coturi.

b. Debitele de calcul se stabilesc după cum urmează, pentru:

• Rețelele de conducte care alimentează cu apă rece consumatori din aceeași categorie de clădiri, se determină în funcție de destinațiile clădirilor cu relațiile din § 2.4, înmulțite cu coe-

ficientul $K_p = 1,10$ pentru acoperirea pierderilor de apă.

• Rețelele de conducte care alimentează cu apă consumatori din categorii diferite de clădiri. În acest caz se aplică relația:

$$q_c = K_p \sum_{i=1}^n q_{ci} \quad [l/s] \quad (2.6.3)$$

în care q_{ci} este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același fel, care se alimentează cu apă din tronsonul respectiv. Pentru clădirile din aceeași categorie se determină debitul de calcul cu relațiile din § 2.4.2.2, apoi pentru grupurile de clădiri din categorii diferite se aplică relația (2.6.3).

• Rețelele de conducte care alimentează cu apă consumatori din diferite categorii de clădiri și consumatori exteriori, se determină cu relația:

$$q_c = K_p \sum_{i=1}^n q_{ci} + \sum_{j=1}^m q_{cj} \quad [l/s] \quad (2.6.4)$$

în care q_{cj} reprezintă debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, iar q_{ci} și K_p au semnificațiile din relația (2.6.3). Debitul de calcul al hidranților pentru stropit spații verzi se determină cunoscând debitele specifice și numărul de hidranți în funcțiune simultană.

• Stingerea din exterior a incendiilor. Debitele de apă necesare pentru stingerea din exterior a incendiilor și numărul de incendii simultane pentru centre populate se determină pe baza datelor din tabelul 2.6.3.

Debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor q_c la clădiri civile izolate, pentru învățământ, spitale, clădiri cu săli

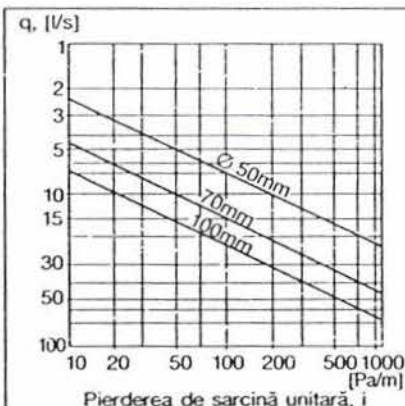


Fig. 2.6.6. Nomogramă pentru calculul debitului hidranților de incendiu exterior fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare cu apă.

aglomerate și clădiri social-administrative, sunt date în tabelul 2.6.4; pentru clădirile industriale obișnuite în tabelul 2.6.5; pentru clădirile industriale monobloc în tabelul 2.6.6; pentru depozitele deschise de cherestea în tabelul 2.6.7; pentru depozitele de bușteni, traverse de cale ferată și lemne de

foc în tabelul 2.6.8; pentru depozitele de rumeguș și tocătură de lemn în tabelul 2.6.9; pentru depozitele de talaș în tabelul 2.6.10 și pentru depozitele de cărbuni în tabelul 2.6.11.

Debitul de calcul pentru rețelele de apă care alimentează întreprinderi sau

zone industriale se ia în funcție de numărul de calcul al incendiilor care pot avea loc simultan pe teritoriul acestora, pe baza celor precizate la 2.6.3.1.

• Rețelele exterioare de alimentare cu apă pentru nevoi menajere, industriale și pentru combaterea incendiilor, se determină cu relația:

$$q_c = K_p (\sum q'_{ca} + \sum q'_{ce}) + q_{ce} \quad [l/s] \quad (2.6.5)$$

în care: q'_{ca} este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grup de clădiri de același fel, la care nu s-a luat în calcul 85 % din debitul de apă necesar dușurilor sau băilor și debitul pentru spălarea utilajului tehnologic și pardoselilor [l/s]; q'_{ce} – debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, mai puțin debitul de apă necesar pentru stropit străzile și spațiile verzi [l/s]; q_{ce} – debitul hidranților exteriori pentru toate incendiile simultane [l/s]; $K_p = 1,10$ – coeficient pentru acoperirea pierderilor de apă.

Dacă debitul de calcul pentru alimentarea cu apă a instalațiilor interioare pentru combaterea incendiilor este mai mare decât debitul de calcul pentru hidranții exteriori de incendiu, prin aplicarea relației (2.6.5) se poate obține un debit de calcul mai mic decât cel necesar și pentru evitarea subdimensionării rețelei exterioare se verifică debitul de calcul cu relația:

$$q_c = K_p (\sum q'_{ca} + \sum q'_{ce}) + q_{ce} + q_{ce} \quad [l/s] \quad (2.6.6)$$

în care:

– q'_{ce} este debitul de calcul al hidranților exteriori, calculat pentru numărul de incendii simultane, mai puțin un incendiu;

– q_{ce} – cel mai mare debit de calcul al instalațiilor interioare de combatere a incendiilor;

– q'_{ca} , q'_{ce} și K_p au semnificațiile din relația (2.6.5).

Pentru instalații de incendiu a căror intrare în funcțiune este admisă a fi temporizată (hidranți exteriori, tunuri, drencere cu acționare manuală, instalații de spumă etc.), se pot folosi pentru incendiu debitele de apă rece menajeră și tehnologică, când sunt îndeplinite următoarele condiții:

– procesul tehnologic permite o întrerupere de funcționare;

– se manevrează cel mult 3 robinete pentru folosirea acestor debite, robinete amplasate în stația de pompare, în cămine exterioare și alte locuri ferite și ușor accesibile în timpul incendiului;

– timpul de acționare (măsurat de la semnalizarea incendiului până la terminarea operației de manevrare) nu conduce la depășirea duratei de temporizare stabilite prin prescripțiile legale în vigoare pentru sistemul de protecție

Tabelul 2.6.5. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor q_{ic} , la clădiri industriale obișnuite (STAS 1478)

Gradul de rezistență la foc a clădirii	Categorie de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu q_c [l/s] la un volumul al clădirii (compartimentul de incendiu) [m ³]							
		până la 2000	2001	3001	5001	10001	15001	30001	peste 50000
		3000	5000	10 000	15 000	30 000	50 000		
I - II	D; E	5	5	5	10	10	15	20	25
	A; B; C	5*)	10	10	15	20	30	35	40
III	D; E	5	5	10	15	25	35	-	-
	C	5	10	15	20	30	40	-	-
IV, V	D; E	5	10	15	20	30	-	-	-
	C	5	15	20	25	40	-	-	-

*) numai pentru categoria C

Observații:

1. Pentru stabilirea debitelor la clădirile împărțite în compartimente de incendiu, fiecare compartiment se consideră ca o clădire separată;
2. La clădirile comasate sau la cele amplasate la distanțe care nu asigură împiedicarea transmiterii incendiului de la o clădire la alta, debitul de apă se stabilește luând în calcul volumul total al acestor clădiri. După caz, se ia în considerare necesitatea prevederii măsurilor de evitare a transmiterii incendiilor de la o clădire la alta;
3. La dimensionarea porțiunilor separate, speciale, ale rețelei de apă din întreprinderile industriale, trebuie luate în considerare: categoria de pericol de incendiu a proceselor de producție, gradul de rezistență la foc și volumul clădirilor care sunt alimentate de porțiunea respectivă a rețelei de apă;
4. Pentru clădirile industriale de gradul IV și V de rezistență la foc, cu volum mai mic decât 2000 m³, debitul este de 5 l/s.

Tabelul 2.6.6. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a unui incendiu, q_{ic} , la clădiri industriale monobloc (STAS 1478)

Categorie de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, q_c [l/s] la un volumul al clădirii [m ³]							
	până la 100 000	100 001	200 001	300 001	400 001	500 001	600 001	peste 700 000
	200 000	300 000	400 000	500 000	600 000	700 000		
A; B; C	30	40	50	60	70	80	90	100
D; E	15	20	25	30	35	40	45	50

Tabelul 2.6.7. Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu q_{ic} , la depozite deschise de cherestea, în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m ³]	până la 50	51	201	501	1001	2501	5001	7501	10001	peste 15 000
Debitul, q_{ic} [l/s]	5	10	15	20	25	35	45	50	60	75

Observație:

Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare.

Tabelul 2.6.8. Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, q_{ic} , la depozite de bușteni, traverse de cale ferată, lemn de foc, în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m ³]	până la 100	101	501	2001	5 001	peste 10 000
Debitul, q_{ic} [l/s]	5	10	15	25	30	40

Observații:

1. Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare;
2. Debitul se reduce cu 50 % pentru stivele de bușteni prevăzute cu instalații de conservare prin stropire, care asigură în permanență buștenilor o umiditate de peste 70 %.

contra incendiului respectiv.

Debitul de calcul pentru un incendiu, al conductelor de distribuție care deservesc 2 sau mai multe sisteme de protecție contra incendiilor se determină, după caz, prin însumarea debitelor de calcul al instalațiilor prevăzute să funcționeze simultan.

La stabilirea simultaneității și duratei de funcționare ale diferitelor sisteme de protecție, se au în vedere următoarele:

- dacă instalația are hidranți interiori și hidranți exteriori, se consideră - la construcții obișnuite - funcționarea hidranților interiori timp de 10 min, iar a celor exteriori în următoarele 3 h. La sălile de spectacole și clădirile monobloc înalte, în prima oră se asigură funcționarea, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionându-se la debitul cel mai mare, iar în următoarele 2 ore, numai a celor exteriori;

- dacă instalația are numai hidranți interiori, iar alimentarea cu apă pentru stingerea unui incendiu se face din exterior cu pompe de incendiu mobile, direct din bazine sau din rezervoare, în primele 10 min se consideră funcționarea simultană a jeturilor din tabelul 2.5.9, iar în următoarele 50 min, numai a unui jet;

- dacă instalația alimentează hidranții interiori și instalații de sprinklere sau drencere pentru construcții obișnuite, la debitul pentru hidranți interiori se adaugă debitul necesar funcționării sprinklerelor sau drencerelor timp de 1 h.

În cazul în care nu se poate asigura întregul debit de calcul, acesta se poate determina astfel:

- minimum 15 l/s timp de 10 min, din care 10 l/s pentru sprinklere sau drencere și 5 l/s pentru hidranți interiori, când alimentarea se face dintr-o sursă inițială automată, cu condiția ca în acest interval de timp să se pună în funcție sistemul de bază pentru alimentarea cu apă a instalației, înainte de epuizarea sursei inițiale;

- maximum 55 l/s timp de 60 min (dintre care 30 l/s pentru sprinklere sau drencere și 25 l/s pentru hidranți de incendiu);

- debitul hidranților exteriori în următoarele 2 h.

• Conductele de serviciu (ale sistemului de alimentare cu apă al localității) care alimentează cu apă rece fiecare clădire (care are instalație centrală sau instalații locale proprii pentru prepararea apei calde de consum) se determină ținând seama de debitele necesarului de apă (STAS 1343/1), cu relațiile:

$$Q_{n, \text{zimed}} = \sum \frac{q_{sp} \cdot N_i}{1000} \quad [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (2.6.7)$$

$$Q_{n, \text{zimax}} = \sum \frac{K_{zi} \cdot q_{sp} \cdot N_i}{1000} \quad [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (2.6.8)$$

sau:

$$Q_{n, \text{zimax}} = \sum \frac{q_{z, \text{max}} \cdot N_i}{1000} \quad [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (2.6.9)$$

$$Q_{n, \text{oramax}} = \sum \frac{K_{zi} \cdot K_{zi} \cdot q_{sp} \cdot N_i}{24 \cdot 1000} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.6.10)$$

sau:

$$Q_{n, \text{oramax}} = \sum \frac{K_{zi} \cdot q_{z, \text{max}} \cdot N_i}{24 \cdot 1000} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.6.11)$$

în care debitele sunt:

$Q_{n, \text{zi med}}$ este debitul zilnic mediu al

Tabelul 2.6.9. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu, q_{ie} , la depozitele de rumeguș și tocătură de lemn în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m ³]	până la 500	501...2 000 10 000	2 001...5 000	5 001...10 000	peste
Debitul, q_{ie} [l/s]	10	20	25	30	40

Tabelul 2.6.10. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu q_{ie} , la depozitele de talaș în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m ³]	până la 100	101...500	501...2 000	2 001...5 000	5 001...10 000	peste 10 000
Debitul, q_{ie} [l/s]	10	15	25	35	45	50

Tabelul 2.6.11. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu q_{ie} , la depozitele de cărbuni în funcție de volumul stivelor (STAS 1343)

Volumul stivelor [m ³]	până la 100	101...1 000	1 001...10 000	peste 10 000
Debitul, q_{ie} [l/s]	5	10	15	20

Observație:

Debitul se stabilește în funcție de volumul stivei celei mai mari.

Tabelul 2.6.12. Debitul zilnic medii specifice și coeficienții de neuniformitate a debitului zilnic pentru centre populate (STAS 1343 și 1478)

Zone ale centrului populat diferențiate în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă	(3) q_s [l/om zi]	(1,3) q_p [l/om. zi]	(2) K_{zi}
Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate pe străzi	40	25	1,3/1,45
Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate în curți	80	30	1,2/1,35
Zone cu clădiri racordate la canalizare, având instalații interioare de apă rece, fără instalații de apă caldă	100	35	1,2/1,35
Zone cu clădiri având instalații de apă și canalizare precum și instalații locale de preparare a apei calde prin încălzire cu:			
lemn sau cărbuni	140	40	1,2/1,35
gaze sau electrică	170	50	1,15/1,35
Zone cu clădiri având instalații interioare de apă și canalizare, cu instalații centrale de preparare a apei calde, băile având căzi de duș	200	85	1,15/1,30
Idem, băile având căzi de baie	280	100	1,10/1,25

Observații:

1. Valoarea pentru q_p poate fi majorată justificat în funcție de resursa de apă și importanța obiectivului;

- până la 15 % pentru orașe cu populația mai mare de 300 000 locuitori și mai mică de 1 000 000 locuitori;

- până la 20 % pentru orașe cu populație mai mare de 1 000 000 de locuitori.

2. Pentru K_{zi} valorile de deasupra liniei sunt date pentru localități cu climă continentală temperată, iar valorile de sub linie sunt date pentru localități cu climă continentală excesivă. Se consideră climă continentală temperată, când numărul anual de zile de vară cu temperatura maximă măsurată $\geq 25^\circ\text{C}$ este mai puțin de 80 zile, iar clima continentală excesivă, când este mai mare de 80 zile;

3. Pentru stațiuni balneo-climaterice (inclusiv stațiunile de pe litoralul Mării Negre), valorile debitelor se stabilesc pe bază analitică, în funcție de tipul acestora.

Tabelul 2.6.13. Valorile coeficientului de neuniformitate a debitului orar, K_o , în funcție de numărul total de locuitori ai centrului populat (STAS 1343)

Numărul total de locuitori ai centrului populat (N)	500	650	850	1 100	1 600	2 500	3 300	4 500	6 500	10 500	18 500	40 500	75 500	≥ 160 500
K_o	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1

necesarului de apă;

- $Q_{zi \max}$ – debitul zilnic maxim al necesarului de apă;

- $Q_{or \max}$ – debitul orar maxim al necesarului de apă;

- q_{sp} – debitul zilnic mediu specific al necesarului de apă corespunzător relației:

$$q_{sp} = q_g + q_p + q_s + q_{it} \quad [l/or \text{ zi}] \quad (2.6.12)$$

- q_g – debitul zilnic mediu specific pentru nevoi gospodărești ale populației;

- q_p – debitul zilnic mediu specific pentru nevoi publice;

- q_s – debitul zilnic mediu specific pentru stropit și spălat străzi, pentru stropit spații verzi etc.;

- q_{it} – debitul zilnic mediu specific pentru unitățile de industrie locală aferente servirii populației din localitatea respectivă;

- $q_{zi \max}$ – debitul zilnic mediu specific al necesarului de apă, corespunzător relației:

$$q_{zi \max} = K_{zi} q_{sp} \quad [l/or \text{ zi}] \quad (2.6.13)$$

K_{zi} – coeficient de neuniformitate a debitului zilnic.

Valorile debitului zilnic mediu specific (q_{sp}) și valorile coeficientului de neuniformitate a debitului zilnic (K_{zi}), pe zone diferențiate ale centrului populat, în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă, sunt conform tabelului 2.6.12.

K_o – coeficientul de neuniformitate a debitului orar, ale cărui valori, în funcție de numărul total de locuitori ai centrului populat, sunt date în tabelul 2.6.13;

N_i – numărul de locuitori permanenți și flotanți pe zone diferențiate, funcție de gradul de dotare al clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă. În sensul prevederilor STAS 1343/1, locuitorii flotanți sunt acei locuitori care nu au domiciliul permanent în localitatea considerată, dar prin activitatea ce o desfășoară, determină creșterea debitului zilnic mediu al necesarului de apă (exemplu: pentru un hotel se va considera ca număr al locuitorilor flotanți, numărul de paturi ale hotelului și nu numărul de persoane înregistrate la hotel timp de un an).

2.6.3.3 Dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri și calculul pierderilor totale de sarcină

Cunoscând configurația geometrică a rețelei exterioare de distribuție a apei reci, trasată pe planul de situație al ansamblului de clădiri, numărul și tipul punctelor de consum, precum și debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă, se întocmește schema de calcul hidraulic, pe care se numerează tronsoanele traseului principal de alimentare cu apă a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic și ale tuturor ramificațiilor

care pornesc din nodurile traseului principal. Pentru dimensionarea conductelor se folosesc atât vitezele economice, cât și vitezele maxime admise ale apei în conducte, ca și în cazul instalațiilor de distribuție a apei reci din interiorul clădirilor. Se folosește, de asemenea, nomograma de calcul din figura 2.4.62. Pentru dimensionarea conductelor din oțel cu diametre mai mari de 178 mm, pentru apă rece se folosește nomograma din figura 2.6.7a, iar pentru conductele din PVC 60 și 100 cu diametrele mai mari de 125 mm, se folosesc nomogramele din figurile 2.6.7b, 2.6.7c și 2.6.7d. Pentru conducte din fontă de clasa B nebituminate, pentru apă rece, nomograma din figura 2.6.8. În cazul folosirii tuburilor din fontă de clasa B bituminate la interior și din clasa A nebituminate și bituminate la interior se folosește nomograma din figura 2.6.9 pentru determinarea coeficientului de corecție a pierderilor de sarcină deduse din nomograma din figura 2.6.8.

Pentru calculul pierderilor de sarcină liniare în furtunurile din cauciuc cu diametre de 25; 32; 40; 50 și 75 mm pentru stropit spații verzi, se utilizează nomograma din figura 2.6.10. Pierderile de sarcină locale se calculează folosind nomograma din figura 2.4.68 pe care sunt trecute și valorile coeficienților de pierdere de sarcină locale ξ .

a. *Calculul hidraulic al rețelelor ramificate.* Se efectuează mai întâi calculul hidraulic al traseului principal (cel mai defavorabil), determinându-se sarcina hidrodinamică necesară a apei reci în punctul de racord al rețelei exterioare din ansamblul de clădiri la conducta de serviciu a sistemului de alimentare cu apă al localității H_{rec} , iar ramificațiile se dimensionează în limitele sarcinilor disponibile

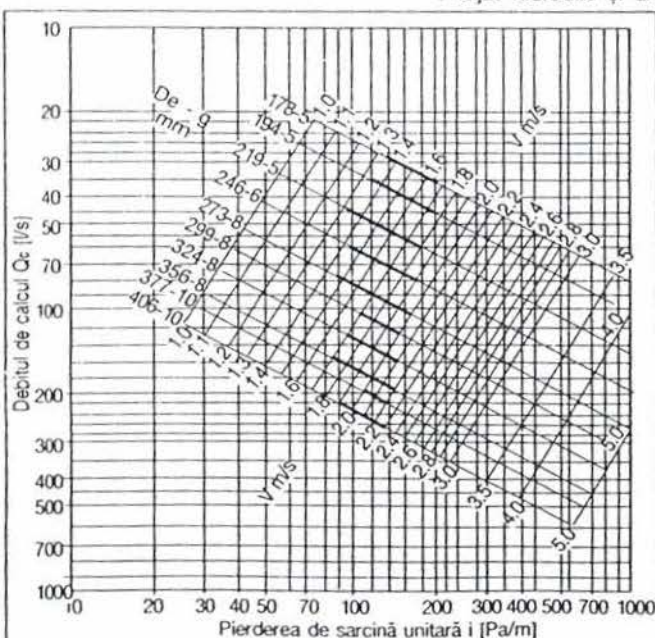
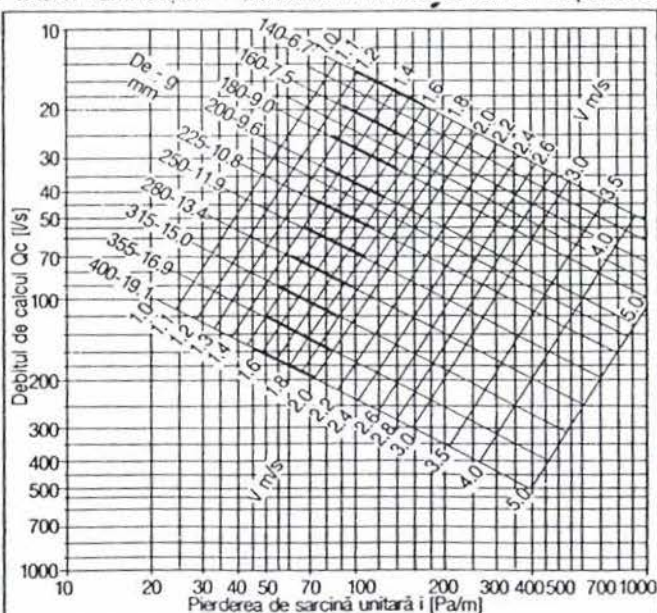
Fig. 2.6.7a. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel De 178 - 406 mm, pentru apă rece ($k=0,3$ mm).

Fig. 2.6.7b. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC 60 și 100 De 140-400 mm, pentru apă rece, PN=0,6 MPa-PVC 60 și PN=1 MPa-PVC100.

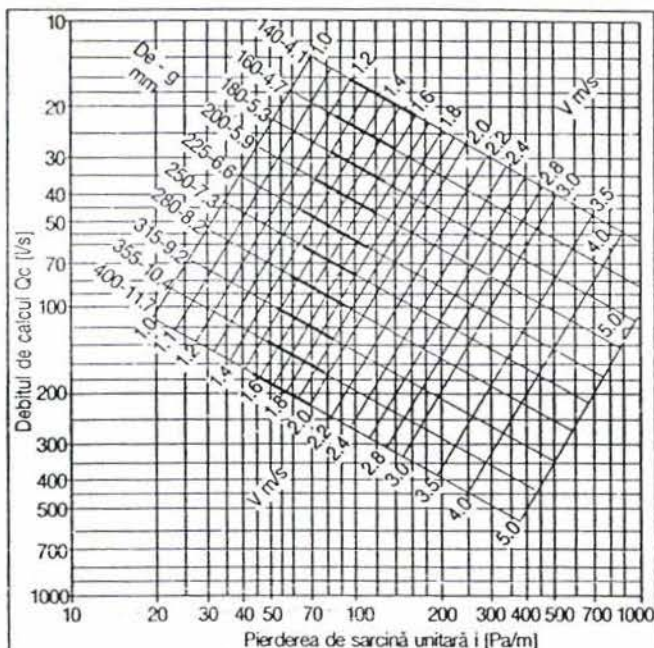


Fig. 2.6.7c. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC 100 De 140-400 mm, pentru apă rece PN=0,6 MPa.

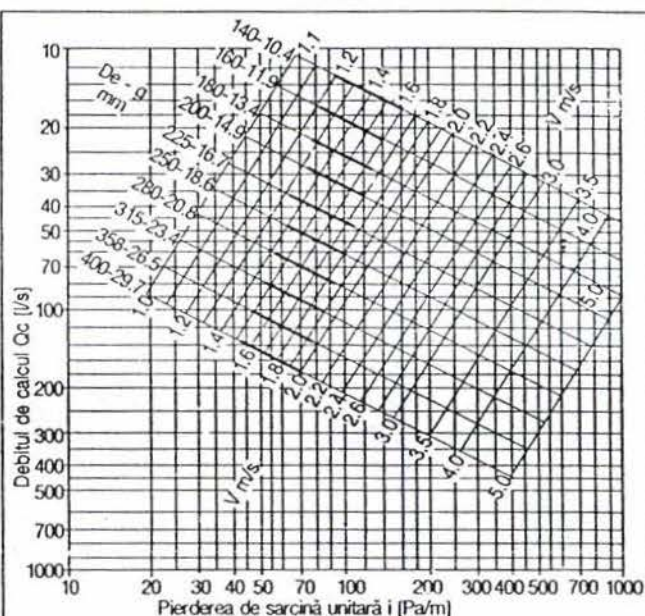


Fig. 2.6.7d. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC 100 De 140-400 mm, PN=1,6 MPa, la utilizare pentru apă caldă PN=0,6 MPa.

din nodurile respective ale traseului principal și ale vitezelor maxime ale apei (până la 3 m/s) admise în conducte. Sarcinile în exces se pot prelua prin robinete de reglare sau prin diafragme calibrate dimensionate corespunzător.

b. *Calculul hidraulic al rețelelor inelare.* Repartiția debitelor se realizează astfel încât pierderea de sarcină pe un inel să fie nulă:

$\sum h_r = \sum Mq |q| = 0$, în care debitul $|q|$ se ia pozitiv sau negativ, în funcție de sensul arbitrar ales de parcurgere a inelului (sensul o dată ales se păstrează același pentru toate inelele rețelei). Debitul se determină iterativ, pornind de la valori aproximative inițiale, cu respectarea condițiilor de continuitate în noduri (cu cât debitul aproximativ sunt mai apropiate de valorile reale, cu atât calculul este mai puțin laborios) și corectate succesiv. Pentru fiecare inel se calculează corecția Δq . La valoarea algebrică a fiecărui debit $|q|$ se adună valoarea algebrică a corecției calculată Δq pentru inelul din care face parte tronsonul respectiv.

Debitul de pe tronsoanele comune primesc corecții de pe ambele inele. Calculul iterativ se efectuează pentru întreaga rețea, până când suma pierderilor totale de sarcină $\sum h_r$, pe fiecare inel, se apropie de valoarea zero; la rețelele exterioare de alimentare cu apă, calculul se consideră încheiat dacă $\sum h_r \leq 5 \text{ kPa}$ pentru fiecare inel.

2.6.3.4 Dimensionarea conductelor de branșament

Se face cunoscând debitul de calcul al instalației și utilizând valorile vitezelor economice ale apei, redate în tabelul 2.4.30. Pentru calculul grafic de dimensionare a

conductelor din oțel zincate se folosește nomograma din figura 2.4.62, pentru diametre până la 165,2 mm, respectiv 2.6.7a pentru diametre peste 178 mm. Pentru conductele din mase plastice se folosesc nomogramele din figurile 2.4.64, 2.4.66, 2.4.67, precum și cele din figurile 2.6.7b, c și d. La pierderile de sarcină liniare și

locale de pe conducta de branșament, se adaugă și pierderea de sarcină în apometru, care se determină din curba caracteristică debit – pierdere de sarcină, atașată fiecărui tip de apometru și redată în cataloagele firmelor producătoare.

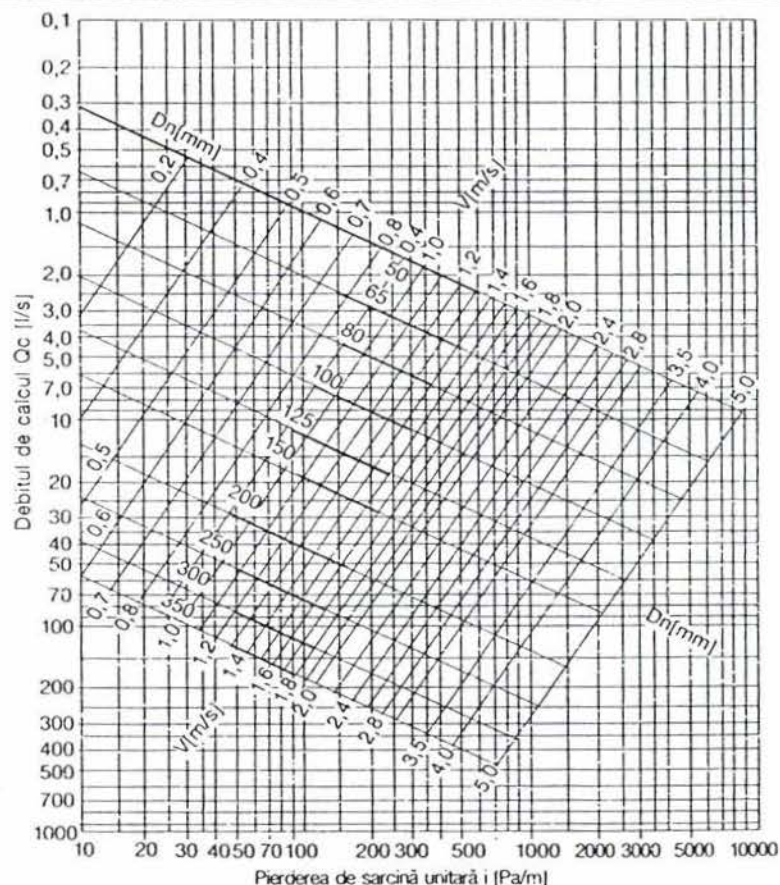
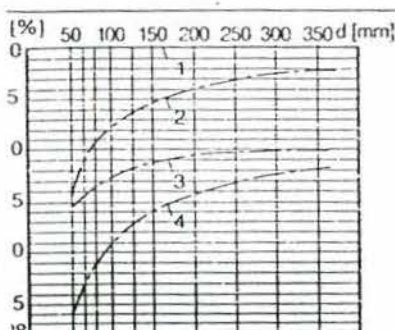


Fig. 2.6.8. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din fontă, Dn 50-300 mm pentru apă rece.



g. 2.6.9. Nomogramă pentru determinarea coeficientului de corecție a pierderilor de sarcină liniare deduse din nomograma din figura 2.6.8.

1 - tuburi din fontă clasa B nebituminate la interior; 2 - idem, clasa A nebituminate; 3 - idem, clasa B, bituminate; 4 - idem, clasa A, bituminate.

2.6.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se dimensionează conducta de branșament pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri având 480 de apartamente (480 B, 0 L, 480 S, 480 R, în care B - baie, D_n 15 pentru baie, L - baterie D_n 15 pentru lavoar, S - baterie D_n 15 pentru ilător de bucătărie, R - robinet D_n 10 pentru rezervor de closet). Necesarul specific de apă este de 1 l/si pers., numărul mediu de persoane pe apartament este de 2,5 și gradul de asigurare al necesarului de apă este de 99 %.

Sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de racord la conducta de serviu este $H_{disp} = 100$ kPa.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri este $H_{nec} = 300$ kPa. Nivelul de furnizare a apei reci este de 1. Racordarea instalației din ansamblul

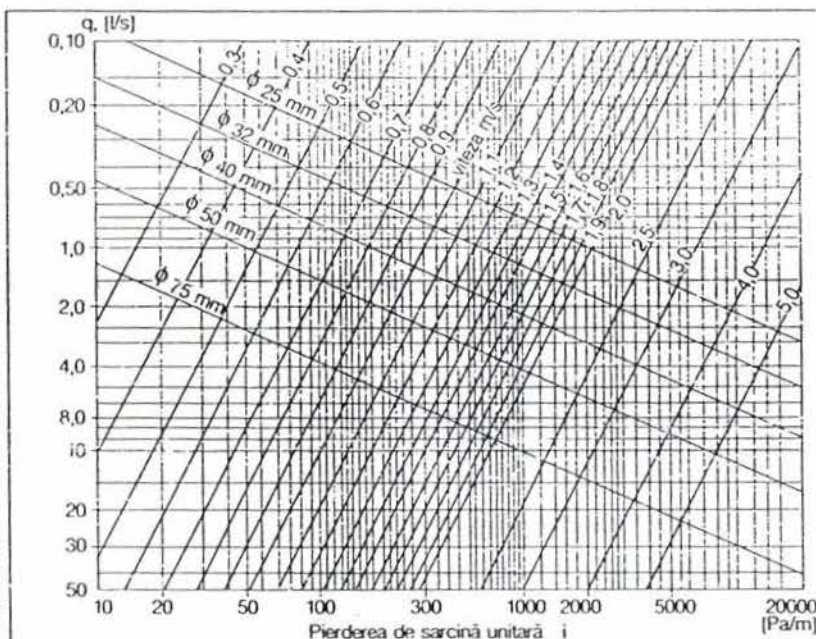


Fig. 2.6.10. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină liniară în furtunurile din cauciuc cu Dn 25; 32; 40; 50 și 70 mm.

de clădiri la conducta de serviciu se realizează prin intermediul unei instalații de ridicare a presiunii apei, întrucât $H_{disp} < H_{nec}$. Schema de calcul a conductei de branșament este prezentată în figura 2.6.11.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de branșament este sistematizat în tabelul 2.6.14 după cum urmează:

- se calculează suma debitelor specifice ale armăturilor obiectelor sanitare (tab. 2.4.24);

- se determină debitul de calcul q_b al conductei de branșament cu relațiile 2.4.3 și 2.4.4 și indicațiile din tabelul 2.4.25 și figura 2.4.59;

- se determină diametrul conductei de branșament d_b , viteza economică a apei în conductă v_b [m/s], și pierderea de sarcină liniară unitară i [Pa], din

nomograma pentru conducte cu țevi din oțel zincate, figura 2.4.62;

- se calculează pierderile de sarcină liniare pe conducta de branșament h_{li} [Pa];

- se calculează suma coeficienților de pierdere de sarcină locale pe conducta de branșament $\Sigma \xi$:

2 coturi D _n 100 mm	2 x 1,0 = 2,0
1 tei de derivație	1 x 2,0 = 2,0
5 robinete cu sertar D _n 100 mm	5 x 0,3 = 1,5
3 teuri de trecere	3 x 0,5 = 1,5
1 intrare în distribuitor	1 x 1,0 = 1,0
1 ieșire din distribuitor	1 x 0,5 = 0,5
Total	8,5

- se determină cu nomograma din figura 2.4.68 pierderile de sarcină locale h_{rl} în funcție de $\Sigma \xi$ și de viteza apei în conducta de branșament;

- pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum din ansamblul de clădiri la un debit de calcul $q_b = 39,25$ m³/h se montează un contor cu elice simplu pentru care pierderea de sarcină locală în contor este $h_{rl \text{ contor}} = 5000$ Pa;

- pierderile de sarcină totale (liniare și locale) în conducta de branșament, $h_{rb} = h_{li} + h_{rl} + h_e = 10250 + 6220 + 5000 = 21470$ Pa;

- se determină presiunea de utilizare H_u la robinetul cu plutitor: $H_u = H_{disp} - (H_g + h_{rb}) = 100 - (41,2 + 21,5) = 37,3$ kPa. Se observă că presiunea de utilizare H_u este cuprinsă între 30 și 100 kPa, condiție recomandată pentru funcționarea corespunzătoare a robinetelor cu plutitor.

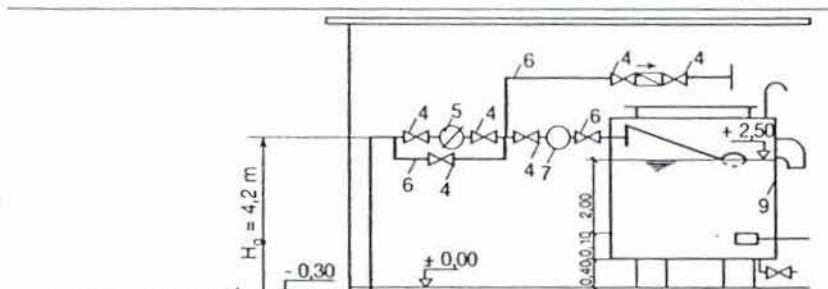


Fig. 2.6.11. Schema de calcul a conductei de branșament:

1 - conductă publică; 2 - conductă de branșament; 3 - câmin cu vană de necesie; 4 - robinete cu sertar; 5 - contor; 6 - conductă de ocolire; 7 - distribuitor; 8 - robinet cu plutitor; 9 - rezervor tampon deschis.

Tabelul 2.6.14. Calculul hidraulic al conductei de branșament (exemplul de calcul 1)

Numărul total al armăturilor	Σq_s [l/s]	q_c [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	h_{li} [Pa]	$\Sigma \xi$	h_{rl} [Pa]	h_e [Pa]	H_{nec} [Pa]
B+480 L+480 S+480 R	273,6	10,07	50	114,1	1,21	205	10250	8,5	6220	5000	214700

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic pentru traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic al conductei de distribuție a apei reci în ansamblul de clădiri din figura 2.6.12. Conducta de distribuție este racordată direct la o conductă de serviciu a rețelei orașenești și se execută cu țevă din PVC 100. Suprafața ansamblului de clădiri este de 3 ha. Pe schema de calcul din figura 2.6.12 sunt notate, pentru fiecare clădire: numărul de apartamente pentru clădirile de locuit; suma debitelor specifice ale armăturilor de la creșe și școală; volumul construit V ; debitul de calcul pentru incendiu interior q_i . Necesarul specific de apă pentru clădirile de locuit este de 280 l/zi pers., numărul mediu de persoane pe apartament este de 2,5 și gradul de asigurare al necesarului de apă este de 99 %. De asemenea, pe figura 2.6.12 sunt notate lungimile tronsoanelor de conducte ale traseului principal de alimentare cu apă.

Rezolvare. Calculul este sistematizat în tabelul 2.6.15.

Debitele de calcul se determină în ipoteza în care în ansamblul de clădiri are loc un incendiu, calculând:

- suma debitelor specifice ale armăturilor pentru un apartament la clădirile de locuit cu relația:

$$\Sigma nq_s = 0,7q_{ss} + 0,7q_{sb} + 0,7q_{sl} + q_{sc};$$

în care q_{ss} este debitul specific al spălătorului; q_{sb} al băii; q_{sl} al lavoarului și q_{sc} al rezervorului de closet;

- suma debitelor specifice ale armăturilor în caz de incendiu $\Sigma nq'_s$, când funcționează numai 15 % din băi;

- pentru 1 apartament

$$\Sigma nq'_s = 0,429 V_s \text{ și } \Sigma nq'_s = 0,31 V_s;$$

- debitul de apă de consum q_{ci} cu datele din tabelele 2.4.27a și 2.4.28 în funcție de destinațiile clădirilor;

- debitul de consum în exterior q_{ce} [l/s], considerând că în timpul incendiului fântânile de băut apă continuă să funcționeze;

- debitul total de consum $q_{ci} + q_{ce}$ [l/s], care se majorează cu 10 % pentru acoperirea pierderilor de apă în rețeaua exterioară montată în pământ;

- debitul necesar pentru stingerea incendiului interior q_i [l/s], conform tabelului 2.5.9 și exterior q_{ie} [l/s], conform tabelului 2.6.4;

- pentru fiecare tronson de calcul: diametrul, viteza apei și pierderea de sarcină liniară unitară i [Pa/m], cu nomograma din figura 2.4.6a, pentru conducte din PVC 100;

- pierderile de sarcină liniare pentru fiecare tronson h_{ri} [Pa];

- suma pierderilor de sarcină liniare Σh_{ri} [Pa], de la consumatorul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic până la punctul de racord;

- suma coeficienților de rezistență

Tabelul 2.6.15. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordate direct la conducta de serviciu (exemplul de calcul 2; fig. 2.6.12)

Nr. tronson	Tipul clădirilor	Σnq_s [l/s]	$\Sigma nq'_s$ [l/s]	q_{ci} [l/s]	q_{ce} [l/s]	$q_{ci} + q_{ce}$ [l/s]	q_i [l/s]	q_{ie} [l/s]	$1,1(q_{ci} + q_{ce} + q_i + q_{ie})$ [l/s]	l [m]	d [mm]	V [m ³]	i [Pa/m]	$h_{ri} = ki$ [Pa]	Σh_{ri} [Pa]	ξ	Σh_{ri} [Pa]	h_{ri} [Pa]	$\Sigma h_{ri} + \Sigma h_{ri}$ [Pa]	h_u [Pa]	h_g [Pa]	H_{nec} [Pa]
1	B3	25,74	18,60	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,85	10	50	1,20	370	3700	3700	2,0	1440	1440	5140	142000	197500	202750
2	B3	25,74	18,60	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,85	140	50	1,20	370	51800	55500	1,5	1080	2520	58020			255520
3	B3	25,74	18,60	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,85	70	50	1,20	370	25900	81400	0,5	360	2880	84280			281780
4	B3	25,74	18,60	1,68	0,20	1,88			1,88	30	63	0,85	130	3900	85300	0,5	181	3061	88361			285861
5	B3	25,74	18,60	1,68	0,20	1,88				15	90	1,19	160	2400	87700	0,5	354	3415	91115			288675
6	Creșe	9,20	5,80	1,08	0,20	2,96	2,5	2,5	6,00													
	B3	25,74	18,60	1,68	0,20	2,96	2,5	2,5	11,51	15	125	1,15	100	1500	89200	0,5	331	3745	92945			290445
7	Creșe	9,20	5,80	1,08	0,20	2,96	2,5	2,5	11,07	20	125	1,25	120	2400	91600	0,5	391	4136	95736			293236
	B3; B4	42,90	31,00	2,92	0,40	3,57	2,5	2,5	15,15	30	125	1,50	165	4950	96550	0,5	563	4698	101248			298748
8	Creșe	9,20	5,80	1,08	0,40	3,57	2,5	2,5	15,15	30	125	1,50	165	4950	96550	0,5	563	4698	101248			298748
	B3; B4; B2; B1	77,22	55,80	3,32	0,40	6,27	2,5	2,5	15,15	30	125	1,50	165	4950	96550	0,5	563	4698	101248			298748
9	Creșe	9,20	5,80	1,08	0,40	3,57	2,5	2,5	15,15	30	125	1,50	165	4950	96550	0,5	563	4698	101248			298748
	B3; B4; B2; B1; B5	101,24	73,16	3,98	0,40	6,93	2,5	2,5	15,87	50	125	1,55	185	9250	105800	2,3	2763	7461	113261			310761

locală $\Sigma \xi$ pentru fiecare tronson:

Tronson 1:

1 teu de derivație $1 \times 2,0 = 2,0$
Total 2,0

Tronson 2:

1 cot $D_n 50 \text{ mm}$ $1 \times 1,0 = 1,0$
1 teu de trecere $1 \times 0,5 = 0,5$
Total 1,5

Tronsoane: 3; 4; 5; 6; 7; 8:

1 teu de trecere $1 \times 0,5 = 0,5$
Total 0,5

Tronson 9:

1 teu de derivație $1 \times 2,0 = 2,0$
1 robinet cu sertar $1 \times 0,3 = 0,3$
 $D_n 125 \text{ mm}$
Total 2,3

- pierderea de sarcină locală h_{rl} pentru fiecare tronson, din nomogramă (fig. 2.4.68), în funcție de $\Sigma \xi$ și viteza apei v în tronsonul respectiv;

- suma pierderilor de sarcină locale Σh_{rl} [Pa], de la consumatorul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic la punctul de racord;

- $h_r = \Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ pentru traseul de calcul;

- sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} în punctul de racord la rețeaua exterioară: $H_{nec} = 310761 \text{ Pa}$ (tab. 2.6.15).

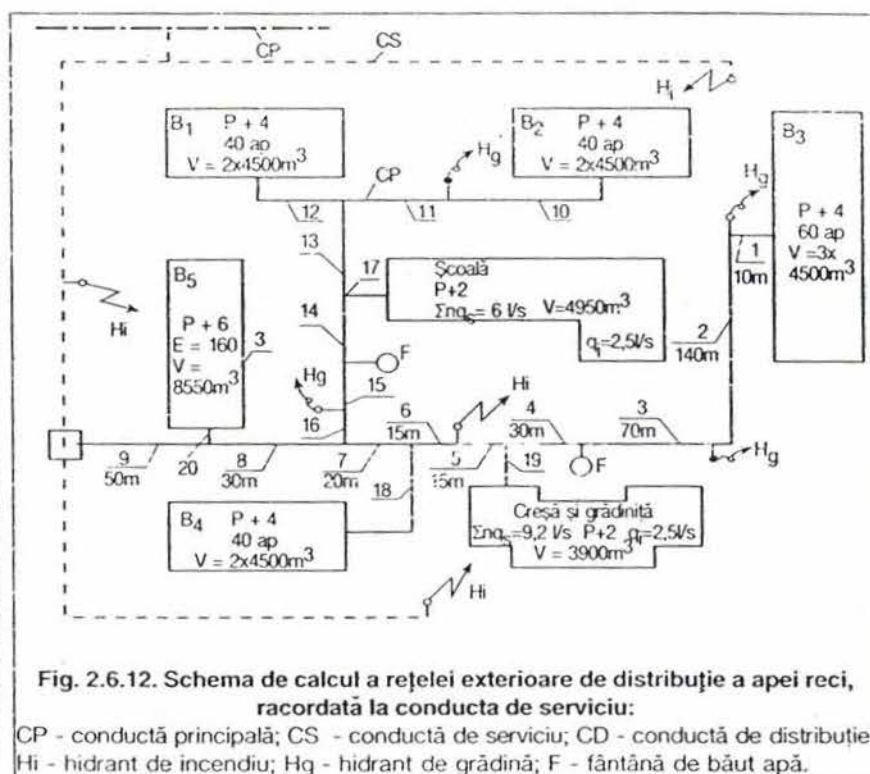


Fig. 2.6.12. Schema de calcul a rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordată la conducta de serviciu:

CP - conductă principală; CS - conductă de serviciu; CD - conductă de distribuție; Hi - hidrant de incendiu; Hg - hidrant de grădină; F - fântână de băut apă.

2.7. Instalații pentru acumulare (stocarea) apei reci

2.7.1. Soluții constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor

Rezervoarele de acumulare a apei reci se prevăd pentru:

- instalații alimentate cu apă rece din rețele exterioare cu funcționare intermitentă;
- rețele interioare sau exterioare a căror alimentare directă de la sursă cu cantitățile de apă necesare pentru acoperirea nevoilor menajere, tehnologice sau pentru stingerea incendiilor nu este posibilă din punct de vedere tehnic sau nu este rațională din punct de vedere economic;
- obiective speciale la care desfășurarea procesului tehnologic sau combaterea unui incendiu, trebuie neapărat asigurate și în caz de avarie a sursei de alimentare cu apă.

Rezervoarele executate din beton armat și beton precomprimat (STAS 4165) se clasifică după:

- poziția față de sol: la sol, îngropate, parțial îngropate, neîngropate și deasupra solului (castele de apă);
- formă: cilindrice, paralelipedice, tronconice și de formă specială;
- numărul de compartimente pentru stocarea apei reci: cu 1 compartiment (rezervor simplu) și cu cameră de vane, cu 2 compartimente cuplate cu stație de pompare;

- legătura cu alte construcții: independente; incluse în structura altor construcții (stații de filtrare, de deferizare etc.).

Rezervoarele de acumulare a apei se prevăd cu posibilități de alimentare directă pentru combaterea incendiilor.

2.7.1.1 Rezervoare la sol și îngropate în sol

Rezervoarele îngropate și semiîngropate în sol sunt cele mai folosite, fiind asigurată protecția termică a apei la variațiile temperaturii exterioare.

Rezervoarele parțial îngropate pot fi cu: acoperiș placă cu capacitate de la 25 la 200 m³; acoperiș cupolă cu capacitate de la 25 la 300 m³; planșeu ciupercă cu capacitate de la 300 la 1000 m³.

Forma rezervoarelor la sol se adoptă în funcție de înscrierea avantajoasă în relieful terenului, în cadrul incintelor sau în structura altor construcții.

În figura 2.7.1a se prezintă un rezervor simplu, de formă cilindrică, semiîngropat, prevăzut cu cameră de vane, iar în figura 2.7.1b schema instalațiilor hidraulice aferente.

De regulă, rezervoarele de acumulare asigură stocarea apei necesară pentru consum menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiului. Pentru a evita con-

sumarea rezervei de apă necesară combaterii incendiului, pe conducta de distribuție se montează o conductă de dezamorsare. În perioadele când rezervorul se află în revizie tehnică sau la apariția unor

defecțiuni ale acestuia, se închid vanele de pe conductele de alimentare și distribuție și se deschide vana de pe conducta de ocolire a rezervorului, permițând în același timp continuarea alimentării cu apă a instala-

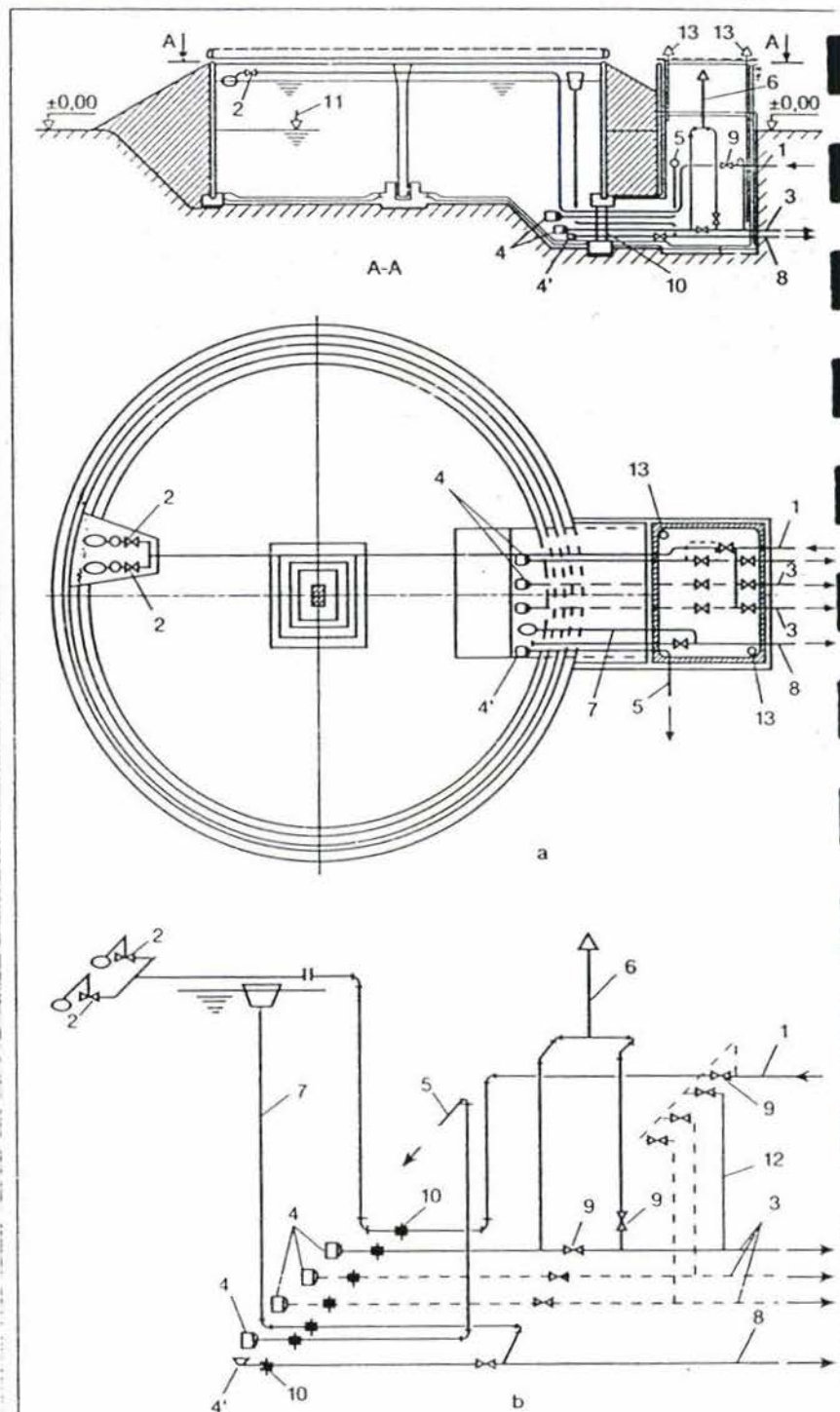


Fig. 2.7.1. Rezervor simplu, parțial îngropat în sol, cu acoperiș placă:
a - vedere în plan și secțiune A - A;

b - schema izometrică a instalațiilor hidraulice ale rezervorului;

1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - robinet cu plutitor; 3 - conductă de distribuție a apei din rezervor; 4 - sorb; 4' - priză de golire a apei din rezervor; 5 - conductă de racord la pompe mobile pentru alimentarea cu apă necesară combaterii incendiilor; 6 - conductă pentru dezamorsare; 7 - conductă de preaplin; 8 - conductă de golire a rezervorului; 9 - vană; 10 - piesă de trecere a conductelor prin peretele rezervorului; 11 - nivelul rezervei de apă pentru combaterea incendiilor; 12 - conductă de ocolire a rezervorului de acumulare a apei; 13 - canal de aerisire.

lațiilor exterioare pe durata remedierii defectiunilor apărute.

Rezervoarele îngropate în sol sunt prevăzute cu conducte de aerisire.

Pentru trecerea conductelor prin pereții rezervoarelor se prevăd piese speciale pentru etanșare.

Rezervoarele de acumulare din beton cu 2 compartimente sunt cuplate, de regulă, cu stație de pompare a apei și recipiente de hidrofor și se adoptă, în general, pentru incinte industriale în vederea asigurării consumului tehnologic, menajer și pentru combaterea incendiului cu hidranți exteriori.

Rezervoarele pentru acumularea apei reci au o înălțime utilă, măsurată între cota radierului și cota superioară de la care începe funcționarea preaplinului și un spațiu până la nivelul inferior al elementelor acoperișului. Înălțimea utilă se stabilește pe considerente tehnico-economice ținând seama de schema tehnologică a alimentării cu apă și de dimensiunile elementelor de rezistență ale rezervorului, rezultate ca necesare pentru diverse înălțimi utile. Spațiul liber are înălțimea minimă de 25 cm.

În cazul rezervoarelor amplasate în zone având un grad de seismicitate mai mare de 7, înălțimea spațiului liber se va spori în mod corespunzător și se prevăd ecrane sparge-val pentru a ține seama de efectul solicitărilor seismice asupra apei înmagazinate.

La amplasarea rezervoarelor se ține seama de înscrierea corespunzătoare a acestora în schema tehnologică de alimentare cu apă, precum și de condițiile de fundare și de stabilitate generală și locală a terenului.

La alegerea amplasamentului se evită, pe cât posibil, terenurile cu apă freatică, terenurile macroporice, tasabile sau cu capacitate portantă redusă, precum și versanții cu pante abrupte. Se evită amplasarea rezervoarelor pe versanți nestabili sau care își pot pierde stabilitatea datorită lucrărilor de executare a rezervorului.

Amplasarea rezervoarelor pentru apă potabilă se face astfel încât să se asigure în jurul lor o zonă de protecție sanitară cu regim sever ale cărei limite se stabilesc în conformitate cu reglementările specifice în vigoare.

2.7.1.2 Castele de apă

Castelul de apă (fig. 2.7.2) este un ansamblu constructiv format dintr-un rezervor de apă susținut de o construcție în formă de turn și având cuva amplasată la o înălțime determinată deasupra terenului, pentru a asigura distribuția apei prin gravitație.

Castelele de apă asigură înmagazinarea unei rezerve de apă și reglarea debitului și presiunii apei în rețeaua de distribuție.

Castelele de apă se construiesc cu ca-

pacități între 50 până la 500 m³ și înălțimi de 15, 25 și 30 m.

Forma cuvelor castelelor de apă poate fi tronconică, cilindrică sau de tip special. La trecerile conductelor prin pereții și fundul cuvei se utilizează piese speciale care asigură atât etanșeitatea, cât și preluarea deformărilor cauzate de variațiile de temperatură.

Castelul de apă este prevăzut cu:

- instalații de alimentare și distribuție a apei și anume: conducte de intrare a apei de distribuție (pentru consum menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiului), de golire și de preaplin; pentru a se menține nivelul minim al apei din rezervor corespunzător rezervei de apă pentru combaterea incendiului, conducta de distribuție a apei pentru consum curent și tehnologic se execută sub forma unui sifon (fig. 2.7.2), care se dezamorsează când nivelul apei tinde să scadă sub nivelul minim și întrerupe ieșirea apei din rezervor;
- instalație pentru semnalizarea nive-

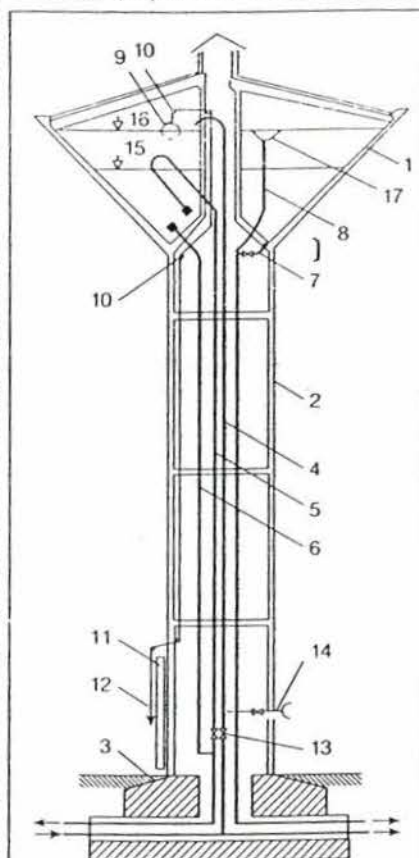


Fig. 2.7.2. Castel de apă:

- 1 - cuvă din beton armat; 2 - turn cilindric; 3 - fundație; 4 - conductă de alimentare cu apă a rezervoarelor; 5 - conductă pentru consum tehnologic; 6 - conductă pentru apă de incendiu; 7 - conductă de golire; 8 - conductă de preaplin; 9 - plutitor; 10 - scripete; 11 - miră gradată; 12 - indicator; 13 - vană de închidere; 14 - racord fix; 15, 16 - nivel funcțional apă; 17 - preaplin.

lului apei din rezervoare;

- instalații și construcții anexe necesare exploatarei și anume: instalație electrică de iluminat; paratrăsnet montat în partea cea mai înaltă a turnului; dispozitive pentru ventilarea naturală; scări de acces și pasarele interioare.

Castelele de apă se amplasează, de obicei, în zonele industriale, ținând seama de condițiile de: ordin economic, exploatare, natura terenului, gradul de seismicitate, situația vânturilor dominante și sistematizarea zonei respective.

În cazul castelelor de apă amplasate în zone cu grad de seismicitate mai mare de 7 se recomandă prevederea, la interiorul cuvei, a unor ecrane sparge-val.

Castelele de apă prezintă următoarele avantaje:

- asigură continuitatea alimentării cu apă pentru consum tehnologic și pentru combaterea incendiului, și în cazul întreruperii accidentale pe un timp limitat a alimentării cu energie electrică (timp în care pompele nu funcționează), datorită rezervei de apă acumulată în cuva rezervorului;
- asigură alimentarea cu apă la presiunea necesară a consumatorilor industriali care au debite variabile în timp;
- ocupă un spațiu redus.

Dezavantajele castelelor de apă sunt următoarele:

- au un cost de investiție ridicat, astfel că nu sunt indicate pentru volume mari ale cuvelor (peste 1 000 m³);
- prezintă sensibilitate mare la cutremur, având o masă foarte mare ridicată la înălțime;
- sunt sensibile la influențele factorilor climatici exteriori (vânt, temperatură ridicată sau scăzută etc.).

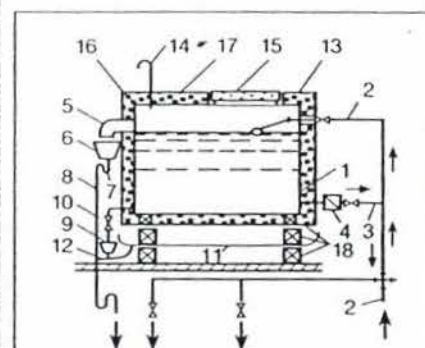


Fig. 2.7.3. Rezervor de înălțime:

- 1 - rezervor de înălțime; 2 - conductă de alimentare cu apă a rezervorului; 3 - conductă de alimentare cu apă a consumatorilor; 4 - clapetă de reținere; 5 - preaplin; 6 - pâlnie de preaplin; 7 - sifon; 8 - conductă de golire; 9 - conductă de golire a rezervorului; 10 - robinet de golire; 11 - tavă; 12 - golirea tavei; 13 - robinet cu plutitor; 14 - aerisire; 15 - capac; 16 - izolație; 17 - protecția izolației; 18 - suport de sprijin.

2.7.1.3 Rezervoare de înălțime

Permit acumularea unei rezerve de apă necesară compensării variațiilor orare ale debitului consumat, în condițiile funcționării continue sau intermitente a surselor de alimentare cu apă.

Rezervorul fiind montat la o înălțime determinată, asigură distribuția apei la sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară.

Rezervorul de înălțime (fig. 2.7.3) poate fi alimentat cu apă direct din conducta publică a rețelei exterioare, când sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de racord este mai mare sau cel puțin egală cu sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară, sau cu ajutorul pomelor în cazul contrar.

Apa este distribuită din rezervorul de înălțime în instalația interioară prin aceeași coloană prin care se face alimentarea cu apă a rezervorului, printr-o conductă de legătură pe care se montează clapeta de reținere, care are rolul de a permite trecerea apei numai într-un singur sens; în acest fel, rezervorul de înălțime este prevăzut cu o conductă de preaplin prin care se elimină excesul de apă care ar putea rezulta în cazul unei defecțiuni intervenite pe conducta de alimentare sau la robinetele cu plutitor.

Pentru evitarea contaminării apei se interzice legarea directă a preaplinului la canalizare; de aceea se prevede o pâlnie racordată cu un sifon cu gardă hidraulică care are rolul de a împiedica pătrunderea gazelor din conducta de canalizare în încăperea în care se află montat rezervorul.

2.7.2. Calculul volumului necesar (capacității) rezervoarelor pentru acumularea apei reci

Volumul se determină astfel încât să se asigure rezerva de apă pentru consum menajer, în scopuri tehnologice și de combatere a incendiului, cu relația:

$$V_{rez} = V_{den} + V_{inc} + V_{comp} \quad [m^3] \quad (2.7.1)$$

sau

$$V_{rez} = V_{den} + V_{av} + V_{comp} \quad [m^3] \quad (2.7.2)$$

în care:

- V_{rez} - reprezintă volumul total al rezervorului de acumulare $[m^3]$;
- V_{den} - volumul necesar ca urmare a denivelării apei determinate de aspirația apei în sorb $[m^3]$; acest volum se ia în considerare numai pentru rezervoare având peste 2000 m^3 ;
- V_{inc} - volumul rezervei de stingere a incendiului $[m^3]$;
- V_{av} - volumul rezervei pentru consum menajer sau în scopuri tehnologice care să asigure funcționarea în caz de avarie la sursă (instalația de alimentare a rezervorului) $[m^3]$;
- V_{comp} - volumul de compensare ce trebuie acumulat pentru a se asigura funcționarea rațională a instalației $[m^3]$.

Pentru reducerea volumului rezervoarelor, se recomandă amplasarea sorbului de aspirație în cuvă sub nivelul fundului rezervorului și prevederea de dispozitive de reducere a denivelării în aspirație; în cazurile în care aceste măsuri nu sunt posibile, la stabilirea volumului total al rezervorului se ține seama și de volumul de apă necesar umplerii secțiunii de așezare a sorbului, precum și denivelării apei la aspirația în sorb.

2.7.2.1 Calculul volumului rezervei de apă pentru combaterea incendiului

Volumul se calculează cu relația:

$$V_{inc} = V_i + V_{cons} - V_a \quad [m^3] \quad (2.7.3)$$

în care:

- V_i este volumul de apă necesar stingerii tuturor incendiilor simultane $[m^3]$;
- V_{cons} - volumul de apă necesar asigurării consumului de apă potabilă sau industrială pe timpul incendiului $[m^3]$;
- V_a - volumul minim de apă cu care rezervoarele pot fi alimentate în timpul incendiului, care se determină cu relația: $V_a = 3,6 \times T_i \times q_{s \min} \quad [m^3] \quad (2.7.4)$
- T_i - durata teoretică a incendiului (sau, în cazurile speciale, cea parte din durata incendiului în care se poate asigura alimentarea rezervorului) $[h]$;
- $q_{s \min}$ - debitul minim de alimentare pe timp de incendiu, determinat în secțiunile de control situate la intrarea apei în rezervoare $[l/s]$.

La determinarea rezervei de apă se au în vedere următoarele condiții:

- în cazul în care rezervoarele de înmagazinare sunt comune pentru apă potabilă sau industrială și pentru stingerea incendiului, la stabilirea capacității rezervoarelor se ia în considerare cea mai mare dintre rezervele de incendiu sau de avarie;
- în caz de funcționare în regim de avarie se admite folosirea rezervei de incendiu, cu luarea măsurilor tehnico-organizatorice prevăzute în instrucțiunile de exploatare, necesare pentru funcționarea cu restricții a consumului în regim de avarie, remedierea operativă a avariei și întărirea măsurilor de prevenire a incendiului în zonele afectate;
- volumul rezervei pentru incendiu poate fi redus cu volumul V_a numai în cazul când alimentarea rezervorului de la sursă poate avea loc fără întrerupere, în condițiile de siguranță prevăzute de prescripții legale în vigoare, chiar în timpul incendiului;
- instalațiile speciale de stingere a incendiului (sprinklere, drencere) trebuie să aibă o rezervă proprie, care să asigure funcționarea lor în orice împrejurare, o perioadă minimă de 20 min, cu întregul debit de calcul la: clădiri industriale monobloc, magazine, săli de spectacol cu o capacitate mai mare de 600 locuri; 10 min, cu debitul de cel puțin 10 l/s la clădiri in-

dustriale sau civile, obișnuite. Dimensionarea rezervei proprii pentru instalații speciale (sprinklere și drencere) conform celor de mai sus, se poate face numai dacă, în intervalul de timp indicat, se asigură punerea în funcțiune a sursei de bază care trebuie să asigure debitele de calcul necesare; în caz contrar, se dimensionează rezerva proprie, proporțională cu debitul de calcul și timpul real de punere în funcțiune a sursei de bază;

- capacitatea bazinelor descoperite de apă pentru incendiu se majorează cu capacitatea de apă care poate îngheța pe timp de iarnă sau care poate să se evapore pe timp de vară;
- când alimentarea cu apă a rezervorului se face dintr-o rețea exterioară existentă care asigură debitul și presiunea necesare în caz de incendiu, dar care funcționează cu intermitență, se prevede un rezervor care să asigure funcționarea timp de 10 min a hidranților interiori și timp de 60 min a hidranților exteriori. Pentru sălile aglomerate se asigură funcționarea timp de 60 min, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionându-se la debitul cel mai mare;

- rezerva de apă pentru alimentarea instalațiilor speciale (sprinklere, drencere) poate fi păstrată împreună cu cea pentru hidranții interiori și exteriori;

- rezerva de apă pentru stingerea incendiului poate fi păstrată împreună cu cantitățile de apă necesare consumului menajer sau industrial cu respectarea normelor sanitare, luându-se măsuri ca să împiedice folosirea rezervei de apă pentru incendiu în alte scopuri.

Volumul rezervei de incendiu pentru centre populate se determină cu relația:

$$V_{inc} = T_e (a \cdot Q_{s \text{ orar max}} + 3,6 \cdot n \cdot Q_e - Q_s) + \sum_{i=1}^n 3,6 \cdot Q_i \cdot T_i \quad [m^3] \quad (2.7.5)$$

în care:

- T_e - durata de calcul $[h]$, a incendiului exterior care pentru centre populate se ia $T_e = 3 h$;
- a - coeficient adimensional a cărui valoare se ia: $a = 0,7$, pentru rețelele de distribuție care nu asigură, la hidranții exteriori, presiunea necesară stingerii directe a incendiului (această presiune trebuie să nu fie mai mică de 0,7 bar); $a = 1$, pentru rețelele de distribuție care asigură, la hidranții exteriori, presiunea necesară stingerii directe a incendiului;
- $Q_{s \text{ orar max}}$ - debitul orar maxim al cerinței de apă $[m^3/h]$;
- n - numărul de incendii exterioare simultane care se ia, pentru centre populate, în funcție de mărimea centrului populat, conform tabelului 2.6.3;
- Q_e - debitul pentru un incendiu exterior $[l/s]$, care se stabilește astfel:

pentru centre populate, în funcție de mărimea centrului populat și a clădirilor, conform datelor din tabelul 2.6.3;

- Q_{si} – debitul minim [m^3/h], care poate fi asigurat de la o sursă, fără întrerupere, chiar în timpul incendiului; pentru centrele populate care au $Q_{si} > 20$ l/s se consideră o avarie în ipoteza cea mai defavorabilă, după caz, la instalațiile hidraulice, electrice, mecanice, pneumatice etc. ale sursei cu debitul cel mai mare;

- Q_{si} – debitul pentru un incendiu exterior [l/s];

- T_i – durata de calcul [h] de funcționare la un incendiu a instalațiilor interioare, cu debitul Q_{si} care se determină în funcție de felul instalațiilor și obiectelor protejate.

Pentru localitățile din mediul rural, volumul rezervei de incendiu este dat în funcție de debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești și de mărimea localității, după cum urmează:

- o rezervă de apă de $10 m^3$, pentru localități la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești nu depășește 5 l/s; rezerva de apă pentru incendiu se asigură în rezervorul de compensare a consumurilor orare;

- pentru localități având până la 5000 locuitori la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 5 l/s, se prevede o rezervă intangibilă de apă, pentru stingerea incendiilor, de $54 m^3$ în rezervorul de compensare a consumurilor orare;

- pentru localități având până la 10000 locuitori la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 10 l/s, se prevede o rezervă intangibilă de apă, pentru stingerea incendiilor, de min. $108 m^3$ în rezervorul de compensare a consumurilor orare.

Timpul teoretic de funcționare a hidranților interioari este de minimum:

- 180 min pentru hidranții interioari, tunurile de apă și racordurile fixe montate în clădiri monobloc (pe circulații, coridoare sau tuneluri speciale de evacuare), precum și pentru coloanele din casele de scări ale clădirilor industriale multietajate (cu înălțimea pardoselii ultimului nivel folosit situat la 20 m sau mai mult de nivelul terenului accesibil vehiculelor

de intervenții ale pompierilor), care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare;

- 120 min pentru hidranții interioari din clădirile civile și industriale cu înălțimi peste 45 m;

- 60 min pentru: hidranții interioari ai clădirilor înalte monobloc; hidranții din clădirile cu săli de spectacole; hidranții din clădirile la care, combaterea din exterior a incendiului s-a prevăzut să se facă cu pompe mobile, direct din bazine sau rezervoare;

- 10 min pentru hidranții interioari din clădiri obișnuite.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere a incendiilor cu sprinklere sau drencere se consideră minimum 60 min. Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor speciale (drencere, sprinklere) pentru răcire sau perchele de apă pentru limitarea propagării incendiului se stabilește, de la caz la caz, în funcție de destinația elementului protejat și durata cât acesta trebuie să reziste la foc. Capetele de dispersare a apei care protejează perimetrul unei clădiri sau al unui compartiment de incendiu împotriva propagării incendiului, se prevăd să funcționeze și în cazul incendiilor construcțiilor (compartimentelor) învecinate.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere cu hidranți exteriori, racorduri fixe sau tunuri de apă, care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare, se consideră: 3 h, la construcții civile și industriale precum și la depozite deschise, obișnuite; 4 h, la rafinării, combinate petrochimice, protejate cu instalații fixe; 6 h, la rafinării, unități petrochimice, protejate cu instalații mobile.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor se precizează în tabelul 2.7.1.

Refacerea rezervei de apă pentru combaterea incendiului se va face prin restrângerea necesarului de apă pentru

alte nevoi. În cazul în care refacerea rezervei de incendiu în timpul normal conduce la soluții nejustificate din punct de vedere tehnico-economic sau de securitate, sistemul de refacere și durata se vor stabili de către proiectant cu acordul beneficiarului.

Debitul zilnic pentru refacerea rezervei de incendiu se determină cu relația:

$$V_n = 24 \frac{V_i}{T_n} \quad [m^3/z] \quad (2.7.6)$$

în care:

- V_i este rezerva de incendiu [m^3];

- T_n – timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendiu [h] conform datelor din tabelul 2.7.2.

2.7.2.2 Calculul volumului rezervei de apă pentru cazuri de avarii

Se determină, de la caz la caz, în funcție de timpul necesar înlăturării avariei, T_{av} și debitul de exploatare în condiții de avarie Q_{av} cu relația:

$$V_{av} = T_{av} (Q'_{med\ orar} - Q'_a) = T_{av} Q_{av} \quad [m^3/z] \quad (2.7.7)$$

în care:

- T_{av} este timpul de înlăturare a avariei [h];

- $Q'_{med\ orar}$ – debitul mediu orar necesar funcționării instalației în regim de exploatare la avarie (cu restricții) [m^3/h];

- Q'_a – debitul de apă de alimentare a rezervorului pe căile neavariate, rămase în funcțiune [m^3/h].

2.7.2.3 Calculul volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere sau industriale

Se determină printr-un bilanț grafic sau analitic al cantităților de apă furnizate și, respectiv consumate, astfel încât cantitatea de apă acumulată să fie minimă și să asigure funcționarea instalației în condițiile impuse de la caz la caz.

Valori orientative ale coeficienților de

Tabelul 2.7.1. Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor lichide

C_d [m^3]	T_r [h]
51...500	1,5
501...1500	2
1501...2500	2,5
2501...5000	3
5001...10000	4,5
peste 10000	6

C_d – Capacitatea depozitului indiferent de clasa lichidelor

T_r – Timpul teoretic de răcire

Tabelul 2.7.2. Timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendii (STAS 1478)

Denumirea obiectivelor alimentate cu apă	T_n [h]
Clădiri civile, centre populate	24
Construcții și zone industriale cu construcții din categoriile de pericol de incendiu:	
A și B	24
C, având Q_{ie} :	
> 25 l/s	24
≤ 25 l/s	36
D și E, având Q_{ie} :	
> 25 l/s	36
≤ 25 l/s	48

Observații:

1. Pentru obiective situate în zone în care sursele de apă au debite insuficiente sau situate la distanțe mari, proiectantul poate stabili, de la caz la caz, prelungirea duratei de refacere a rezervei de incendiu până la maximum 72 h, cu condiția de a justifica, prin proiect, acest lucru;

2. Dacă debitul sursei de alimentare este insuficient pentru refacerea rezervei de apă în timpul prevăzut mai sus, se admite prelungirea timpului de refacere, mărindu-se rezerva cu volumul de apă ce nu poate fi completat în timpul normal.

variație orară a consumului de apă din centrele populate sunt redată în tabelul 2.7.3. Coeficienții de variație a consumului de apă în scopuri tehnologice se determină de proiectant în funcție de caracteristicile proceselor industriale și de simultaneitatea consumurilor, pentru ziua cu cel mai mare consum.

Volumul de compensare V_{comp} se determină prin calcul analitic ca suma valorilor absolute ale diferențelor maxime între valorile cumulate ale volumelor de apă furnizate de sursă și valorile cumulate ale volumelor de apă consumate, în aceeași perioadă de timp (de regulă 24 h).

Calculul grafic al volumelor compensate V_{comp} se efectuează trăsând într-un sistem de axe de coordonate (fig. 2.7.4), având pe abscisă perioade de timp considerată (24 h) și pe ordonată volumele de apă [m³], curbele volumelor de apă cumulate consumate (curba 1, fig. 2.7.4), respectiv furnizate de sursă (curba 2). Se determină diferențele maxime pozitive ΔV_1 sau negative ΔV_2 între cele două curbe, măsurate pe axa ordonatelor și se adună valorile absolute ale acestora, obținând astfel volumul de compensare $V_{comp} = |\Delta V_1| + |\Delta V_2|$.

Calculul grafic permite determinarea volumului minim de compensare și a perioadei optime de funcționare a instalației ca date de analiză pentru un calcul tehnico-economic al capacității rezervorului de acumulare. În acest scop, se consideră diferite valori ale debitelor sursei, în regim de funcționare continuă sau cu in-

Tabelul 2.7.3. Coeficienții de variație p, pentru stabilirea variației consumului zilnic de apă pentru centre populate (valori orientative)

Ora	p [%]	Σp [%]
0-1	1,0	1,0
1-2	0,5	1,5
2-3	0,5	2,0
3-4	0,5	2,5
4-5	2,0	4,5
5-6	3,5	8,0
6-7	5,0	13,0
7-8	5,5	18,5
8-9	5,0	23,5
9-10	4,0	27,5
10-11	3,5	31,0
11-12	4,0	35,0
12-13	5,0	40,0
13-14	5,5	45,5
14-15	6,0	51,5
15-16	5,5	57,0
16-17	5,0	62,0
17-18	4,0	66,0
18-19	5,5	71,5
19-20	7,0	78,5
20-21	7,0	85,5
21-22	6,5	92,0
22-23	5,0	97,0
23-24	3,0	100,0

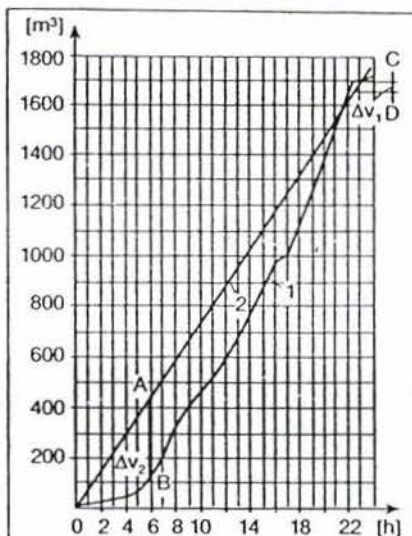


Fig. 2.7.4. Calculul grafic al volumului de compensare pentru consum menajer.

treruperi, se determină capacitățile necesare ale rezervorului de acumulare, se calculează funcția de cost a cheltuielilor totale anuale de investiție și de exploatare ale sursei și ale rezervorului de acumulare (considerând o perioadă de amortizare a investiției de 8 ani) și rezultă soluția recomandată pentru valoarea minimă a funcției de cost.

Capacitatea rezervoarelor, determinată cu relațiile 2.7.1 sau 2.7.2 se rotunjește în plus, la una din următoarele valori [m³]: 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 5000, 10 000.

Pentru capacități mai mari se pot alege valori egale cu un multiplu de 5000 m³.

Capacitatea unui compartiment de rezervor pentru apă potabilă nu trebuie să depășească volumul de apă corespunzător timpului maxim de trecere a apei prin rezervor, admis de prescripțiile sanitare în vigoare.

2.7.3. Calculul hidraulic al conductelor aferente rezervoarelor de acumulare a apei reci

Instalațiile hidraulice aferente rezervoarelor cuprind conductele de: alimentare cu apă a rezervorului, aspirație a pompelor, preaplin și golire. Rezervoarele sunt prevăzute, de asemenea, cu instalații de semnalizare și control ale nivelului apei.

Toate conductele cu care este echipat rezervorul, cu excepția celei de preaplin, trebuie prevăzute cu vane.

Instalațiile hidraulice trebuie astfel proiectate încât să nu permită consumarea volumului rezervei de incendiu decât în scopul pentru care aceasta a fost prevăzută.

Rezervoarele vor fi echipate cu instalațiile necesare pentru alimentare cu apă a pompelor mobile de incendiu, conform normelor generale de protecție împotri-

va incendiilor.

2.7.3.1 Determinarea diametrului și numărului robinetelor cu plutitor

Conducta de alimentare cu apă a rezervorului este prevăzută cu un distribuitor pe care sunt montate robinete cu plutitor.

Debitul q_1 care intră în rezervor printr-un robinet cu plutitor cu diametrul d_1 [m] este:

$$q_1 = 3,600 \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.7.8)$$

în care v_1 este viteza medie a apei în secțiunea robinetului cu plutitor:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2H_u}{10^3(1+\xi_r)}} \quad [\text{m/s}] \quad (2.7.9)$$

astfel că:

$$q_1 = 3,600 \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{\frac{2H_u}{10^3(1+\xi_r)}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.7.10)$$

unde H_u [Pa] este sarcina utilă în secțiunea robinetului cu plutitor, iar ξ_r este coeficientul de pierdere de sarcină locală în robinetul cu plutitor.

Numărul n de robinete cu plutitor se calculează din relația de continuitate:

$$n = \frac{Q}{q_1} \quad (2.7.11)$$

în care q [m³/h] este debitul de alimentare cu apă a rezervorului.

Pentru consumul menajer, se consideră minimum 2 robinete. Pentru consumul tehnologic sau pentru incendiu, numărul minim este de 3.

Dacă se alege numărul robinetelor cu plutitor n , din relația 2.7.11 se deduce $q_1 = q/n$ și din relația 2.7.8 rezultă diametrul robinetelor cu plutitor:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot q_1}{3,600 \cdot \pi \cdot v_1}} \quad (2.7.12)$$

în care v_1 se determină cu relația 2.7.9.

Sarcina utilă H_u se calculează în funcție de sarcina hidrodinamică disponibilă H_{dis} [Pa] a apei în punctul de racord al conductei de alimentare a rezervorului la rețeaua exterioară, cu relația:

$$H_u = H_{dis} - (H_g + h_r) \quad [\text{Pa}] \quad (2.7.13)$$

în care H_g este înălțimea geodezică a robinetului cu plutitor față de planul de referință care trece prin punctul de racord la rețeaua exterioară a conductei de alimentare cu apă a rezervorului, iar h_r este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de alimentare cu apă a rezervorului între punctul de racord și robinetul cu plutitor.

2.7.3.2 Dimensionarea conductei de preaplin și a conductei de golire a rezervorului de acumulare a apei reci

La rezervoarele de stocare a apei reci, preaplinul este alcătuit dintr-un vas de formă tronconică, prismatică etc., numit vasul de preaplin, racordat la o con-

ta de diametru D_0 , având aria secțiunii transversale $A_0 = (\pi D_0^2)/4$ și o conductă orizontală (scurtă), prin care, excesul de apă provenit prin defectarea unui robinet plutitor, este evacuat la conducta de alizare.

Intervalul de timp de funcționare t , prin care se evacuează creșterea de volum de apă din rezervorul de stocare, rezultă pe seama debitului q_1 , al unui robinet defect, astfel că:

$$V = q_1 t \quad (2.7.14)$$

unde:

$$\Delta V = \frac{V}{q_1} \quad (2.7.15)$$

actic, ΔV se determină cunoscând aria secțiunii transversale a rezervorului A_R și înălțimea denivelării Δh a apei în rezervor: $\Delta V = A_R \times \Delta h$, iar debitul q_1 se determină din relația 2.7.10 în care $\xi_f = 0$.

În continuare, se determină A_0 și diametrul:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 A_0}{\pi}}$$

Conducta de golire a rezervorului de acumulare a apei reci se dimensionează determinând, în prealabil, timpul de golire a rezervorului.

Pentru un rezervor cilindric circular, cu diametrul D prevăzut cu un orificiu de secțiune circulară de diametru d , în care nivelul scade de la H la h este:

$$t = \frac{\pi D^2}{\mu A_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H} - \sqrt{h}) \quad [s] \quad (2.7.16)$$

care: A_0 este aria secțiunii transversale a orificiului de golire, μ coeficientul de debit al acestuia și g accelerația gravitațională.

Când se fixează o valoare a timpului de golire a rezervorului, din relația 2.7.16 se calculează A_0 și apoi se deduce diametrul conductei de golire (egal cu diametrul orificiului de golire),

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 A_0}{\pi}}$$

Se iau măsuri constructive pentru ca descărcarea conductelor de preaplin să nu se aducă prejudicii terenului și obiectivelor din zonă.

În cazul rezervoarelor de apă potabilă se admite descărcarea conductelor de preaplin și direct golite în canalizări uzate prevăzând întreruperea conectorilor și descărcarea în conducte cu sifon. Conductele de descărcare prevăd la capetele aval cu sită cu dimensiuni de 1 cm.

2.7.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se stabilește volumul rezervorului de acumulare pentru rețeaua de distribuție a apei reci dintr-un bloc de clădiri, la care alimentarea cu

apă direct de la sursă pentru consum menajer, tehnologic și pentru stingerea incendiului nu este posibilă din punct de vedere tehnic.

Debitul maxim orar pentru consum menajer este 150 m³/h, debitul maxim orar necesar pentru consumul tehnologic este de 30 m³/h, debitul necesar pentru stingerea incendiului interior este de 5 l/s, debitul necesar pentru stingerea din exterior a incendiului este 15 l/s. Rezervorul este alimentat cu apă din rețeaua localității, care asigură în punctul de racord debitul de 72 m³/h, la presiunea de 1 bar. În caz de avarie se asigură un debit minim de alimentare cu apă a rezervorului de 36 m³/h.

Rețeaua de distribuție din ansamblul de clădiri asigură presiunea necesară hidranților exteriori de incendiu. Volumul de apă necesar a fi acumulat pentru compensarea consumului în scopuri tehnologice $V_{comp\ t}$ este de 250 m³.

În ansamblul de clădiri se ia în calcul un singur incendiu. Pentru măsurarea debitului de apă de consum se prevede pe conducta de alimentare a rezervorului un apometru montat în câmin de vizitare.

Rezolvare. Calculul analitic al volumului de compensare $V_{comp\ m}$ pentru consum menajer este redat în tabelul 2.7.4 din care rezultă: $V_{comp\ m} = 294,8 + 7,0 = 301,8$ m³.

Calculul grafic al volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere este prezentat în figura 2.7.4,

în care curba 1 reprezintă volumul de apă acumulat consumat pe durata de 24 h, iar curba 2, volumul de apă acumulat furnizat de sursă pe aceeași durată de timp. Volumul de compensare $V_{comp\ m}$ este numeric egal cu suma valorilor absolute ale mărimilor segmentelor AB = 294,8 m³ și CD = 7,0 m³, respectiv $V_{comp\ m} = 301,8$ m³.

Se calculează V_{inc} cu relația 2.7.5, în care: $T_e = 3$ h; $a = 1$; $Q_{s\ max\ orar} = 150$ m³/h; $n = 1$; $Q_{ts} = 15$ l/s; $T_f = 10$ min; $Q_{s2} = 72$ m³/s.

$$V_{inc} = 3 (1 \times 150 + 3,6 \times 1 \times 15 - 72) + (5 \times 600) / 1000 = 399 \text{ m}^3$$

Se calculează volumul rezervei de avarie V_{av} cu relația (2.7.7), în care: $T_{av} = 4$ h; $Q'_{med\ orar} = 100$ m³/h; $Q'_a = 36$ m³/h și rezultă $V_{av} = 4 (100 - 36) = 256$ m³.

Se calculează volumul total necesar al rezervorului de acumulare cu relațiile 2.7.1, respectiv 2.7.2 în care $V_{den} = 0$ (întrucât volumul rezervorului este mai mic de 2000 m³):

$$V_{rez} = V_{inc} + V_{comp} = 399 + 301,8 + 250 = 950,8 \text{ m}^3$$

$$V_{rez} = V_{av} + V_{comp} = 256 + 399 + 250 = 905,0 \text{ m}^3$$

Se aleg două rezervoare de acumulare cuplate, având fiecare un volum de 500 m³.

Exemplul de calcul 2. Se dimensionează conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor de acumulare din exemplul de calcul 1, cunoscând: debitul de apă asigurat în punctul de racord la rețeaua

Tabelul 2.7.4 Calculul analitic al volumului de compensare pentru consum menajer (exemplul de calcul 1)

Ora	Repartitia zilnică a debitului de consum		Consumul		Debit de rețea		$\Sigma Q_r - \Sigma Q_c$ [m ³]
	Orar [%]	Cumulat [%]	Q_c [m ³ /h]	ΣQ_c [m ³]	Q_r [m ³ /h]	ΣQ_r [m ³]	
1	2	3	4	5	6	7	8
0-1	1,0	1,0	17,1	17,1	72	72	54,9
1-2	0,5	1,5	8,6	25,7	72	144	118,3
2-3	0,5	2,0	8,6	34,3	72	216	181,7
3-4	0,5	2,5	8,6	42,9	72	288	245,1
4-5	2,0	4,5	34,3	77,2	72	360	282,8
5-6	3,5	8,0	60,0	137,2	72	432	294,8
6-7	5,0	13,0	85,7	222,9	72	504	281,1
7-8	5,5	18,5	94,3	317,2	72	576	258,8
8-9	5,0	23,5	85,7	402,9	72	648	245,1
9-10	4,0	27,5	68,6	471,5	72	720	248,5
10-11	3,5	31,0	60,0	531,5	72	792	260,5
11-12	4,0	35,0	68,6	600,1	72	864	263,9
12-13	5,0	40,0	85,7	685,8	72	936	250,2
13-14	5,5	45,5	94,3	780,1	72	1008	227,9
14-15	6,0	51,5	102,9	883,0	72	1080	197,0
15-16	5,5	57,0	94,3	977,3	72	1152	174,7
16-17	5,0	62,0	85,7	1063,0	72	1224	161,0
17-18	4,0	66,0	68,6	1131,6	72	1296	164,4
18-19	5,5	71,5	94,3	1225,9	72	1368	142,1
19-20	7,0	78,5	120,0	1345,9	72	1440	94,1
20-21	7,0	85,5	120,0	1465,9	72	1512	46,1
21-22	6,5	92,0	111,4	1577,3	72	1584	6,7
22-23	5,0	97,0	85,7	1663,0	72	1656	-7,0
23-24	3,0	100,0	51,4	1714,4	72	1728	13,6

$$V_{comp} = 294,8 + 7 = 301,8 \text{ m}^3$$

exterioară $q=72 \text{ m}^3/\text{h}$; sarcina hidro-dinamică disponibilă a apei în punctul de racord $H_{disp}=100 \text{ kPa}$; $H_g=2,30 \text{ m}$.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor se efectuează cu nomograma din figura 2.4.6, pentru $q=20 \text{ l/s}$ din care rezultă: diametrul $D_n=139,7 \times 4,85 \text{ mm}$; $i=260 \text{ Pa}$; $v=1,50 \text{ m/s}$.

Se determină pierderile de sarcină liniare: $h_{v1}=ixl=260 \times 20=5200 \text{ Pa}$, în care $l=20 \text{ m}$ este lungimea conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor.

Se calculează suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma \xi$, pe traseul conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor:

5 coturi $D_e 139,7 \text{ mm}$	$5 \times 1,0 = 5,0$
5 vane cu sertar	$5 \times 0,3 = 1,5$

$D_n 125 \text{ mm}$

1 teu de derivație	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 teu de bifurcație	$1 \times 2,0 = 2,0$
1 intrare în distribuitor	$1 \times 1,0 = 1,0$
1 ieșire din distribuitor	$1 \times 0,5 = 0,5$
Total	12,0

Folosind nomograma din figura 2.4.6 se determină pierderile de sarcină locale $h_{rl}=14980 \text{ Pa}$, în funcție de $\Sigma \xi$ și de viteza v în conducta de alimentare.

Pentru măsurarea debitului de apă preluat din rețeaua orășenească se prevede un contor cu elice simplu, având pierderea de sarcină locală $h_{rlp}=5000 \text{ Pa}$.

Pierderile de sarcină locale totale $h_{rlt}=14980+5000=19980 \text{ Pa}$.

Pierdere de sarcină totală h_r pe conducta de alimentare cu apă a rezervoare-

lor este:

$h_r=5200+19980=25180 \text{ Pa}=25,18 \text{ kPa}$.

Se calculează presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor, cu relația 2.7.13:

$H_{disp}=100 \text{ kPa}$; $H_g=2,3 \text{ m}=22,56 \text{ kPa}$;
 $h_r=23,15 \text{ kPa}$

$H_u=100-(22,56+25,18)=52,26 \text{ kPa}$

Se aleg $n=4$ robinete cu plutitor; și din relația 2.7.11 rezultă debitul de apă al unui robinet cu plutitor $q=5 \text{ l/s}$.

Se calculează viteza v_1 a apei la ieșirea din robinetul cu plutitor cu relația 2.7.9 în care $\xi_r=6,0$ și rezultă $v_1=3,86 \text{ m/s}$.

Diametrul robinetului cu plutitor se determină cu relația (2.7.12): $d_1 \varnothing 0,04 \text{ m}$ și se alege diametrul standardizat de 50 mm .

2.8. Instalații pentru ridicarea presiunii apei reci

2.8.1. Elemente de bază privind funcționarea pompelor în instalațiile hidraulice

În instalațiile hidraulice apare frecvent necesitatea ca apa să fie transportată de la un nivel energetic inferior la unul superior, de exemplu, de la energia disponibilă dintr-o conductă exterioră clădirii sau dintr-un rezervor la energia necesară pentru utilizarea apei la un anumit punct de consum.

Curgerea apei de la un nivel energetic dat, la unul superior, se poate realiza numai dacă se transmite apei o anumită energie necesară pentru ridicarea ei la înălțimea respectivă și pentru învingerea rezistențelor hidraulice întâmpinate la transportul prin conducte. Această energie este transmisă apei de către pompă care transformă energia mecanică dată de motorul de antrenare în energie hidraulică.

2.8.1.1 Clasificarea pompelor

Pompele sunt mașini hidraulice, din categoria generatoarelor hidraulice, care transformă energia mecanică E_m , primită la arbore în energie hidraulică E_h , în scopul vehiculării apei care primește energie utilă, conform relației:

$$E_h = \eta E_m \quad [\text{J}] \quad (2.8.1)$$

În care η reprezintă randamentul de transformare sau randamentul pompei.

După principiul de funcționare, generatoarele hidraulice se clasifică (STAS 7215) în:

- turbopompe, care pot fi:
 - centrifuge (monoetajate, bietajate, multietajate, în simplu sau dublu flux);
 - elicoidale (diagonale normale sau rapide, axiale normale etc.);
- pompe volumetrice și anume:
 - cu piston (cu simplu sau dublu flux sau efect);
 - rotoare (cu angrenaje, cu paletă oscilante sau culisante, cu inel de lichid, cu pistoane rotative etc.);
 - ejectoare (elevatoare).
- pompe speciale, de diferite tipuri pentru:
 - incendiu, cu antrenare prin transmisie cardanică de la motoarele autospecialelor de intervenție;
 - transportul substanțelor agresive chimic;

2.8.1.2 Curbele caracteristice la turație constantă, ale unei pompe centrifuge

Prin curbe caracteristice ale unei pompe centrifuge se înțeleg curbele de variație a înălțimii de pompare cu debitul pompei (caracteristica de sarcină a pompei) și a puterii și randamentului cu debitul pompei, la turație constantă.

Curbele caracteristice ale unei pompe centrifuge pot fi determinate teoretic sau tratate experimental la standul de probă, de către unitatea constructoare de pompe.

• Curba caracteristică de sarcină a pompei

Curba caracteristică de sarcină (energetică) a pompei $H = H(Q)$ se reprezintă grafic (fig. 2.8.1) în sistemul de coordonate având debitul Q [m^3/h] pe abscisă și înălțimea de pompare H [kPa], pe ordonată, printr-o parabolă cu concavitatea spre semiordonatele negative. La debitul $Q = 0$, se produce reflux de mers în gol și ordonata la origine este înălțimea de pompare H_0 (fig. 2.8.1). Apoi, curba atinge un maximum în punctul M, după care scade parabolic. Pompa are o funcționare stabilă la debite $Q > Q_M$ și instabilă la debite $Q < Q_M$. În zona instabilă se manifestă fenomenul de pompaj, caracterizat prin pendularea debitului, cu bătaii puternice în pompă și rețea, lovitură de berbec, variații ale cuplului solicitat de pompă de la motorul de antrenare etc. Pentru evitarea pompajului se iau o serie de măsuri ca: folosirea unor pompe cu caracteristici continuu descendente; montarea unei clapete de reținere la ieșirea apei din pompă etc. La unele tipuri de pompe centrifuge, punctul M este situat chiar pe axa ordonatelor, ceea ce duce la extinderea domeniului de folosire a pompei.

• Curba caracteristică de putere

Fiecare tip de pompă are trasată o curbă caracteristică de putere $P = P(Q)$, care redă (fig. 2.8.1) puterea P [kW] absorbită de pompă la arborele său. Se observă că la o pompă centrifugă, puterea absorbită P crește pe măsură ce debitul Q pompat crește.

Puterea utilă P_u transmisă apei de către pompă se determină cu relația:

$$P_u = \rho Q H \quad [\text{W}] \quad (2.8.2)$$

în care:

- ρ este densitatea apei [kg/m^3];
- Q - debitul pompei [m^3/s];
- H - înălțimea de pompare [Pa].

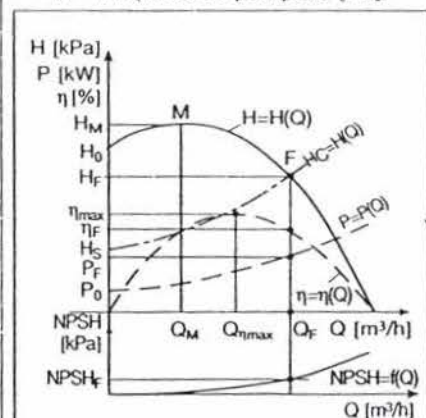


Fig. 2.8.1. Curbele caracteristice ale pompei, la turație constantă.

Puterea P absorbită de pompă, la arborele său, este mai mare decât puterea utilă P_u , întrucât include pierderile din interiorul pompei și se determină cu relația:

$$P = \frac{P_u}{\eta} = \frac{\rho Q H}{\eta} \quad [\text{W}] \quad (2.8.3)$$

în care η este randamentul pompei. Puterea absorbită de grupul motor și transmisie, care formează agregatul de antrenare a pompei P_{ag} , se calculează cu relația:

$$P_{ag} = \frac{P_u}{\eta_{motor} \eta_r} \quad [\text{W}] \quad (2.8.4)$$

în care:

- η_{motor} este randamentul motorului;
- η_r - randamentul transmisiei mișcării de la arborele motorului electric de acționare la arborele pompei (la cuplaj elastic $\eta_r = 1,0$; la transmisie prin curele trapezoidale $\eta_r = 0,90$).

Puterea instalată a motoarelor electrice de acționare se determină cu relația:

$$P_i = k P_{ag} \quad [\text{W}] \quad (2.8.5)$$

în care k este un coeficient de supra-sarcină care ține seama de puterea suplimentară necesară învingerii cuplului de pornire a pompei și de variația puterii la variația parametrilor de funcționare ai pompei ($k = 1,05 \dots 1,50$).

• Curba caracteristică de randament

Randamentul unei pompe centrifuge η este definit ca raportul dintre puterea utilă P_u și puterea absorbită P :

$$\eta = \frac{P_u}{P} \quad (2.8.6)$$

Curba caracteristică de randament (fig. 2.8.1) redă variația randamentului η al pompei centrifuge în funcție de debitul Q pompat la turație constantă. Se constată că la o turație n dată, curba randamentului pompei are un maximum, η_{max} , realizat la un anumit debit $Q_{\eta max}$.

• Similitudinea pompelor. Diagrama universală (topograma) unei pompe centrifuge.

În condiții de exploatare se impune deseori ca pompele centrifuge să funcționeze pentru alte valori ale debitului Q și înălțimii de pompare H , decât cele nominale. Aceasta duce în mod inevitabil la modificarea celorlalți parametri caracteristici ai pompei. Teoretic, pentru precizarea modificării mărimilor hidraulice, la modificarea turației unei pompe date, se aplică următoarele relații de similitudine:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (2.8.7)$$

în care s-au notat cu indicii 1 și 2 mărimile corespunzătoare turației n_1 , respectiv n_2 .

Relația 2.8.7 arată că în ipoteza în care se cunosc curbele caracteristice ale unei pompe la o turație dată, se pot obține, fără măsurători, caracteristicile la orice altă

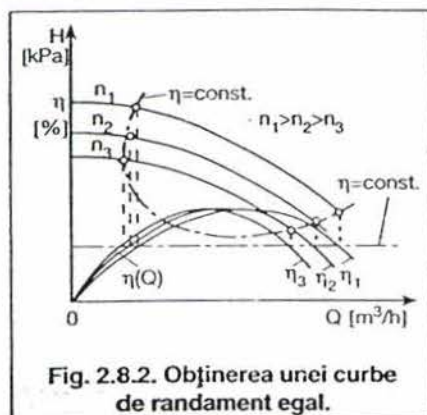


Fig. 2.8.2. Obținerea unei curbe de randament egal.

turație. În realitate, dependența dintre acești parametri este influențată de variația randamentului pompei, care în relațiile de mai sus s-a considerat constant. Se obișnuiește să se reprezinte curbele de funcționare ale unei pompe, la diferite turații, sub forma unei diagrame universale (topograma pompei centrifuge). Această reprezintă dependențele $H=H(Q)$ pentru diferitele turații, peste care s-au suprapus curbele de randament egal și au ca parametri diametrul rotorului D . Obținerea unei curbe de randament egal este arătată în figura 2.8.2. Se alege o valoare $\eta = \text{constant}$, iar punctele de intersecție corespunzătoare între dreapta $\eta = \text{constant}$ și curbele $\eta = \eta(Q)$ pentru diferite turații se proiectează pe curbele $H=H(Q)$ de aceeași turație. Unind punctele astfel obținute, rezultă o curbă de randament egal. În zona cuprinsă în interiorul curbei $\eta = \text{constant}$, randamentele au valori mai ridicate decât valoarea acceptată. În mod analog se construiesc curbele de randament egal și pentru alte valori ale lui η .

• Caracteristicile nominale ale unei pompe centrifuge

Valorile debitului Q [m^3/s], ale înălțimii de pompare H [kPa] și ale puterii P [kW], corespunzătoare randamentului maxim η_{max} , la turația n pentru care a fost proiectată și executată pompa, numită turație nominală, se numesc caracteristicile nominale ale pompei centrifuge și sunt înscrise pe o plăcuță indicatoare fixată pe corpul pompei.

Caracteristicile nominale ale pompelor centrifuge sunt redată în cataloagele de pompe ale firmelor constructoare.

2.8.1.3 Calculul înălțimii de pompare a apei

În figura 2.8.3 este redată o instalație de pompare care aspiră apa dintr-un rezervor inferior R_1 închis, în care deasupra apei se află aer comprimat la presiunea p_i și o refulază într-un rezervor superior R_2 , de asemenea închis, în care deasupra apei se află aer comprimat la presiunea p_e . Transportul apei se realizează printr-o conductă de pompare, care are două tronsoane distincte: conducta de aspirație, de la rezervorul R_1 la pompă și conducta

de refulare, de la pompă la rezervorul R_2 .

Instalația de pompare a apei este un sistem hidraulic cuprins între secțiunile de intrare (i) și de ieșire (e) în care energiile specifice corespunzătoare ale apei sunt:

$$H_i = z_i + \frac{p_i}{\rho g} + \frac{\alpha_i v_i^2}{2g} \quad (2.8.8)$$

$$H_e = z_e + \frac{p_e}{\rho g} + \frac{\alpha_e v_e^2}{2g} \quad (2.8.9)$$

Pentru transportul debitului Q de la o cotă energetică mai joasă H_i , din secțiunea de intrare (i), la o cotă energetică mai ridicată H_e , în secțiunea de ieșire (e), trebuie ca apa să primească o energie specifică H_p , numită înălțime de pompare a instalației, care se determină din legea (bilanțul) energiilor:

$$H_i : H_p = H_e + h_a + h_r \quad (2.8.10)$$

unde h_a și h_r sunt pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe conductele de aspirație, h_a , respectiv de refulare, h_r . Din relațiile 2.8.8, 2.8.9 și 2.8.10 se deduce:

$$H_p = H_e - H_i + h_a + h_r = z_e - z_i + \frac{p_e - p_i}{\rho g} + \frac{\alpha_e v_e^2 - \alpha_i v_i^2}{2g} + h_a + h_r \quad (2.8.11)$$

și se notează (fig. 2.8.3):

$H_g = z_e - z_i$ înălțimea geodezică de pompare a apei;

$H_s = H_g + \frac{p_e - p_i}{\rho g}$ înălțimea statică;

$MQ^2 = h_a + h_r$ pierderile totale de sarcină pe conductele de aspirație și de refulare a apei;

$$M^* Q^2 = \frac{\alpha_e v_e^2 - \alpha_i v_i^2}{2g} + MQ^2$$

unde M^* este modulul total de rezistență hidraulică ce include în pierderile de sarcină și termenii cinetici din secțiunile de intrare (i) și de ieșire (e) ale conductei de pompare a apei.

Cu notațiile de mai sus, înălțimea de pompare se exprimă prin relația:

$$H_p = H_s + M^* Q^2 \quad (2.8.12)$$

care, reprezentată grafic în sistemul de coordonate cu debite Q , pe abscisă și înălțimi de pompare a apei, H , pe ordonată (fig. 2.8.1), este o parabolă cu concavitatea spre semiordonatele pozitive și având ordonata la origine H_s (pentru $Q=0$). Această parabolă se numește curbă caracteristică a conductei de pompare (caracteristica instalației sau caracteristica exterioară) și se notează:

$$H_c = H_p = H_s + M^* Q^2$$

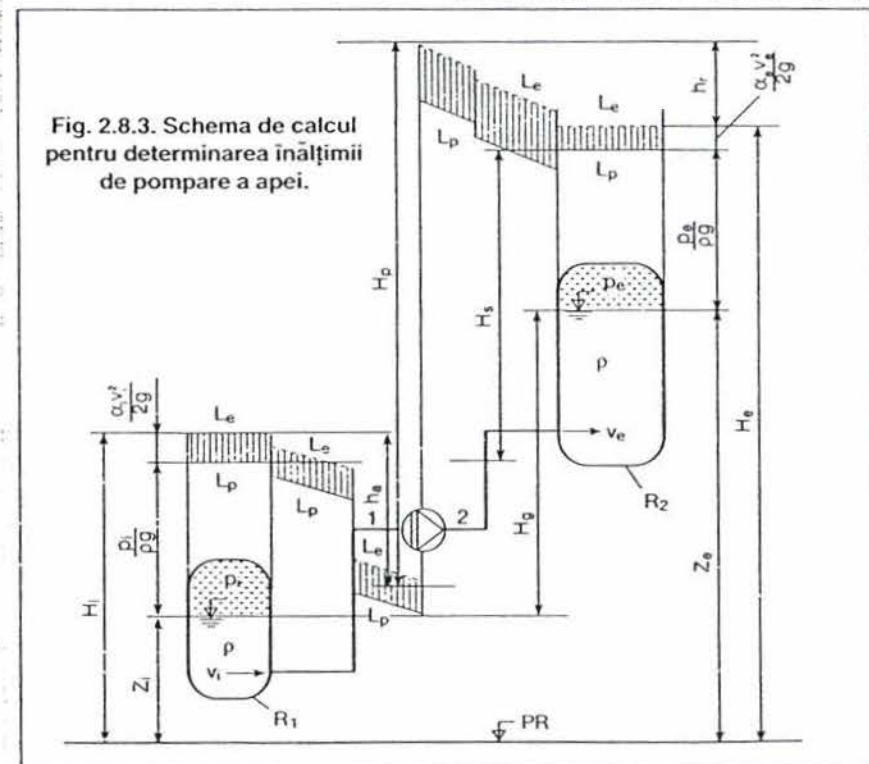
Dacă rezervoarele R_1 și R_2 sunt deschise, adică în legătură cu atmosfera (rezervoare cu nivel liber), $p_i = p_e = p_{at} = 0$ (în scara manometrică), p_{at} fiind presiunea atmosferică și rezultă:

$$H_s = H_g \text{ și } H_e = H_g + M^* Q^2 \quad 2.8.13$$

2.8.1.4 Determinarea punctului de funcționare a instalației de pompare. Energia specifică de pompare a apei

Dacă se reprezintă pe același grafic în coordonate (Q, H), atât curba caracteristică de sarcină a pompei, cât și curba caracteristică a rețelei de pompare, ca în figura (2.8.1), punctul de funcționare F al instalației de pompare se obține la intersecția celor două curbe. Coordonatele punctului de funcționare F sunt: $Q_F = Q_p$ și $H_F = H_p = H_c$.

Fig. 2.8.3. Schema de calcul pentru determinarea înălțimii de pompare a apei.



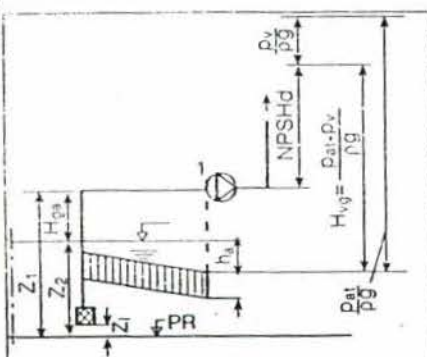


Fig. 2.8.4. Schema de calcul pentru stabilirea înălțimii geodezice maxime de aspirație a apei în pompă (bazin de aspirație cu nivel liber).

Correspondența punctului \$F\$, deci debitului \$Q_F\$, rezultă randamentul \$\eta_F\$, puterea \$P_F\$ și \$NPSH_F\$ cum se arată în figura 2.8.1.

Agregatul de pompare solicitat de la rețea, prin motorul electric de acționare, o putere \$P^*\$ mai mare decât puterea \$P_F\$ corespunzătoare punctului de funcționare \$F\$ dat fiind randamentul de funcționare al motorului electric \$\eta_{me}\$.

$$P^* = \frac{P_F}{\eta_{me}} = \frac{\rho Q_F H_F}{\eta_{me} \eta_F} \quad (2.8.14)$$

Energia specifică \$e_H\$ este energia consumată pentru pomparea unei unități de debit \$Q\$, la înălțimea de pompare \$H\$.

Dacă se raportează puterea electrică consumată de motor la debitul pompat de agregat rezultă consumul de putere pentru pomparea unei unități de debit la sarcină de pompare \$H\$, exprimând acest raport pentru \$t=1\$ h rezultă energia specifică \$e_H\$ [kWh/m³]:

$$e_H = \frac{P^*}{Q_F} = \frac{Q_F H_F}{\eta_{me} \eta_F Q_F} = k \frac{H_F}{\eta_{me} \eta_F};$$

$$e_H = k \frac{H_0}{\eta_{me} \eta_F \eta_p} \quad [\text{kWh/m}^3] \quad (2.8.15)$$

în care, \$Q\$ [m³/s] se obține,

$$k = \frac{1}{3600} = 0,0002777$$

iar \$H\$ se exprimă în kPa.

În exploatare este util să se exprime energia specifică unitară, care reprezintă consumul de energie pentru unitatea de volum apă pompată la sarcină \$H = 1\$ mH₂O.

$$e_u = \frac{e_H}{H_F} = \frac{K}{\eta_{me} \eta_F} \quad [\text{kWh/m}^3 \cdot \text{m}] \quad (2.8.16)$$

deoarece raportul

\$\frac{H_0}{H_F} = \eta_{pe}\$ reprezintă randamentul hidraulic al rețelei, se poate exprima \$e_u\$ ca energie specifică instalației pentru o înălțime geodezică unitară:

$$e_u = \frac{e_H}{H_0} = \frac{k}{\eta_{me} \eta_{pe} \eta_F} \quad [\text{kWh/m}^3 \cdot \text{m}] \quad (2.8.17)$$

Rezultă din relația 2.8.17 că energia specifică \$e_u\$ reprezintă inversul randamentului

total al instalației și este cu atât mai mică cu cât \$\eta_{pe}\$, \$\eta_{pe}\$, \$\eta_{me}\$ au valori mai ridicate.

Această mărime poate fi folosită ca indice de comparație a consumurilor de energie aferente instalațiilor de pompare cu parametri funcționali diferiți.

2.8.1.5 Calculul înălțimii geodezice de aspirație. Cavitația pompelor

În secțiunea 1 (fig. 2.8.4) la intrarea apei în pompă, presiunea \$p_1\$ nu trebuie să scadă sub valoarea presiunii de vaporizare \$p_v\$ (în scară absolută) a apei la temperatura de lucru. De exemplu, la temperatura de 20 °C apa are presiunea de vaporizare \$p_v=2338\$ Pa față de valoarea presiunii atmosferice \$p_a=101325\$ Pa. Deci, trebuie ca \$p_1 > p_v\$. Dacă \$p_1 < p_v\$, în pompă apare fenomenul de cavitație, care constă în apariția bulelor de vapori și gaze care, ulterior, o dată cu creșterea presiunii, se re-integrează în masa de apă. Particulele de apă din jurul bulelor de vapori sunt mult accelerate și acționează asupra discurilor și paletelor rotorului pompei cu șocuri de sute de atmosfere, provocând erodarea și chiar distrugerea acestora. Apariția cavitației la pompă este recunoscută și după zgomotele și vibrațiile care se produc și care contribuie la distrugerea pompei. Fenomenul de cavitație poate fi înlăturat dacă se iau măsuri de evitare a cauzelor care îl produc. Aceste cauze sunt:

- înălțime geodezică mare de aspirație \$H_{ga}\$, adică diferențe mari de nivel între axul pompei și nivelul apei din bazinul de aspirație (fig. 2.8.4): \$H_{ga} = z_1 - z_2\$;

- pierdere totală de sarcină mare pe conducta de aspirație, \$h_a = M_a Q^2\$, datorată fie creșterii debitului \$Q\$, fie apariției unei pierderi locale de sarcină mare, ca de exemplu, înfundarea sorbului pompei, deci creșterea modului de rezistență hidraulică \$M_a\$;

- creșterea temperaturii apei, care duce la creșterea temperaturii de vaporizare și, în consecință, a presiunii de vaporizare a apei la temperatura respectivă (de exemplu, la temperatura de 95 °C, presiunea de vaporizare a apei este \$p_a = 84550\$ Pa (tab. 2.8.1);

- concentrație mare de gaze dizolvate în apă;

- funcționarea pompei cu debite mare la înălțime de pompare mică.

Înălțimea vacuometrică de aspirație a apei în pompă are expresia:

$$H_v = \frac{p_a - p_1}{\rho g} \quad (2.8.18)$$

și la limită, când \$p_1 = p_v\$, se obține înălțimea vacuometrică de aspirație admisibilă \$H_{va}\$:

$$H_{va} = \frac{p_a - p_v}{\rho g} \quad (2.8.19)$$

care are o caracteristică a pompei și va-

Tabelul 2.8.1. Presiunea de vaporizare a apei la diferite temperaturi

Temperatura \$t\$ [°C]	Presiunea de vaporizare [Pa]
1	658
3	757
5	872
10	1227
15	1705
20	2338
25	3168
30	4493
35	5624
40	7377
45	9585
50	12340
55	15750
60	19920
65	25020
70	31180
75	38560
80	47370
85	57820
90	70130
95	84550
100	101360

loarea ei se dă în cataloagele de pompe.

La un debit dat \$Q\$, rezultă o înălțime geodezică maximă la aspirația apei în pompă:

$$H_{ga, max} \leq H_{va} - \left(h_a + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) \quad (2.8.20)$$

în care \$v_1\$ este viteza medie în secțiunea 1 la intrarea în pompă.

Prin STAS 7215 se definesc următoarele înălțimi de aspirație:

- înălțimea netă absolută la aspirație \$NPSH_1\$ (Net Positive Suction Head), ca înălțimea totală absolută netă (micșorată cu înălțimea potențială a vaporilor lichidului pompat) la intrarea în pompă și raportată la planul de referință al pompei (fig. 2.8.4):

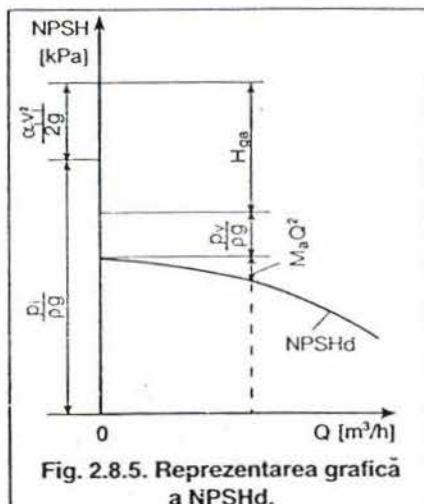
$$NPSH_1 = H_1 + \frac{p_a}{\rho g} - \frac{p_v}{\rho g} - z_1 = \frac{p_a - p_v}{\rho g} + \frac{p_1}{\rho g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \quad (2.8.21)$$

unde \$p_v\$ este presiunea de vaporizare (în scară absolută) a lichidului la temperatura de lucru;

- înălțimea totală netă la aspirație \$NPSH\$, ca valoarea minimă a înălțimii totale absolute nete (micșorată cu înălțimea potențială a vaporilor lichidului) la intrarea în pompă, raportată la planul de referință al pompei, necesară funcționării pompei fără cavitație:

$$NPSH = f(Q) \quad (2.8.22)$$

În general, se consideră \$NPSH=NPSH_d\$ (disponibil) și \$NPSH=NPSH_{nec}\$ (valoare necesară, dată de constructorul pompei) și pentru evitarea apariției fenomenului de cavitație este necesar ca:



$$NPSH_d \geq NPSH_{nec} \quad (2.8.23)$$

Cu alte cuvinte, apa are în secțiunea de intrare o anumită energie specifică, din care o parte h_a se consumă pentru învingerea rezistențelor hidraulice liniare și locale pe conducta de aspirație, rămânându-i o energie specifică $NPSH_d$ care poate să îi ajungă sau nu pentru evitarea fenomenului de cavitație. În secțiunea 1 la intrarea în pompă, apa trebuie să rămână cu energia specifică $NPSH_{nec}$ astfel încât, pentru evitarea cavitației, trebuie să fie realizată condiția din relația 2.8.23.

Referindu-ne la schema de calcul din figura 2.8.4 și aplicând ecuația energiilor între secțiunile de intrare în instalație și racordul de aspirație 1 al pompei, cu presiuni absolute, se obține:

$$NPSH_d = \frac{p_1 - p_v}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - H_{ga} - M_2 Q^2 \quad (2.8.24)$$

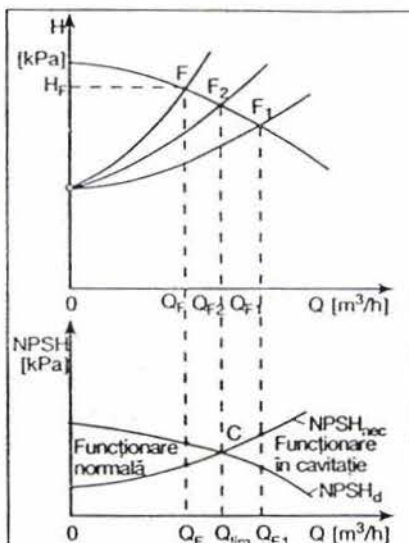
a cărei reprezentare grafică este redată în figura 2.8.5.

La limita apariției cavitației, când $NPSH_d = NPSH_{nec}$, se obține înălțimea geodezică maximă la aspirația apei în pompă, $H_{ga_{max}}$:

$$H_{ga_{max}} = \frac{p_1 - p_v}{\rho g} - h_b - NPSH_{nec} \quad (2.8.25)$$

În figura 2.8.6 se arată modul de determinare a punctului de funcționare cavitațional C , care este punctul de intersecție al curbelor $NPSH_{nec}$ (dată de constructorul pompei) și $NPSH_d$ dată de relația 2.8.24. Pompa funcționează normal dacă $NPSH_d > NPSH_{nec}$, debitul punctului de funcționare al instalației de pompare a apei fiind $Q < Q_{lim}$ (fig. 2.8.6), în care Q_{lim} este abscisa punctului de funcționare cavitațional, și funcționează în cavitație dacă $NPSH_d < NPSH_{nec}$, când $Q > Q_{lim}$. La limita apariției fenomenului de cavitație, $NPSH_d = NPSH_{nec}$ și $Q_F = Q_{lim}$.

În practică, se recomandă ca înălțimea geodezică de aspirație a pompei să nu depășească 7...8 m, pentru a evita intrarea pompei în cavitație. Dacă înălțimea geodezică de aspirație este mai mare de



7...8 m, pe lângă pericolul apariției cavitației se produce și dezamorsarea pompei, adică golirea parțială sau totală de apă a rotorului pompei și conductei de aspirație. Pentru a evita dezamorsarea pompei se folosește sorbul cu clapetă de reținere sau, dacă este posibil, pompa se montează înecat, având cota axului pompei sub cota nivelului apei din bazinul de aspirație.

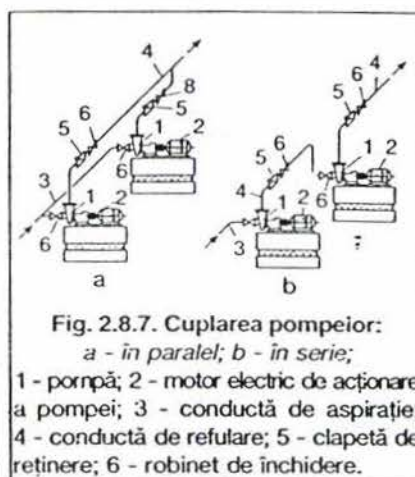
2.8.1.6 Funcționarea pompelor cuplate

Cuplarea a 2 sau mai multe pompe este des utilizată în practică, fie pentru a spori debitul sau presiunea într-o instalație existentă, fie pentru o mai suplă utilizare a capacității de pompare, în funcție de debitele și presiunile variabile ale consumatorilor de pe rețea.

Deși alegerea unui agregat de pompare potrivit unei rețele nu prezintă dificultăți deosebite, existând un număr mare de pompe disponibile, apar uneori și situații în care, pentru obținerea unor parametri optimi, soluția cuplării constituie cea mai bună rezolvare.

În principiu, există 2 moduri de cuplare a pompelor și anume în paralel și în serie (fig. 2.8.7). Dacă sunt mai mult de 2 pompe, cuplarea se poate face și în serie-paralel sau paralel-serie, acestea fiind montaje destul de complexe, dar care permit o apreciazabilă suplete a grupului de pompare.

• **Cuplarea în paralel** a 2 sau mai multe pompe are drept scop principal mărirea debitului trimis pe o rețea. Din schema de montare (fig. 2.8.7) se observă că, în timpul cuplării, sarcina cuplajului H_c este aceeași cu sarcinile celor două pompe $H_c = H_1 = H_2$, iar debitul obținut prin montare este $Q_c = Q_1 + Q_2$ (prima condiție este o consecință a autoechilibrării sistemului pompe - rețea, a doua - a legii de continuitate a masei aplicată fluidului în mișcare). Analiza comportării cuplajului se face grafic, cu ajutorul caracteristicilor interioare ale pompelor și există

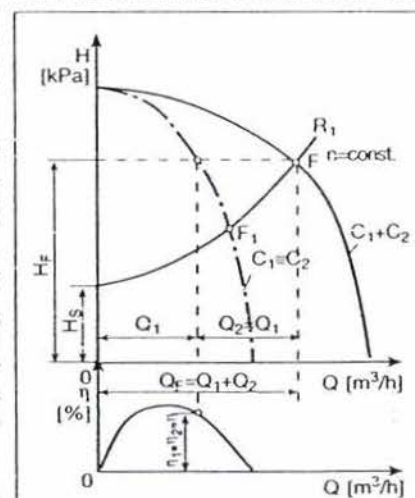


2 tipuri de cuplare și anume: pompe identice și pompe diferite.

Graficul cuplării a 2 pompe identice în paralel este reprezentat în figura 2.8.8. Cele două pompe vor avea aceeași caracteristică interioară ($C_1 = C_2$), iar caracteristica cuplajului se obține prin însumarea debitelor corespunzătoare la diferite sarcini (curba $C_1 + C_2$, obținută prin dublarea absciselor curbei de sarcină a unei singure pompe). În consecință ansamblul de pompe se comportă ca și cum pe rețea ar funcționa o pompă unică având caracteristica de sarcină $C_1 + C_2$.

Dacă cuplarea pompelor se face la o rețea, cu caracteristica cunoscută R_1 , atunci F_1 este punctul de funcționare a unei singure pompe independente pe rețea și F cel al cuplajului (parametri de lucru H_F și Q_F).

Rezultatele obținute prin cuplare sunt direct determinate de forma caracteristicii rețelei deservite de cuplaj. Din figura 2.8.9 rezultă că la o rețea de tipul R_2 sporul de debit Q_2 este mai mic decât ΔQ_1 ce corespunde unei rețele de tipul R_1 . Deci, creșterea debitului livrat unei rețele prin cuplarea în paralel a 2 pompe devine rentabilă când caracteristică exterioară a



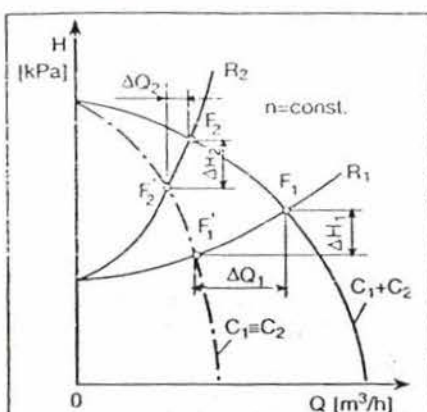


Fig. 2.8.9. Analiza funcționării în cuplaj paralel a 2 pompe identice.

rețelei este de tip lent R_1 , adică rețeaua dispune de rezistențe locale mici și de pierderi specifice liniare reduse. În același timp, orice cuplaj în paralel conduce și la o sporire a sarcinii, definită și ea de forma caracteristicii rețelei.

Se definește drept randament al cuplajului paralel η_{cp} raportul dintre puterea utilă a cuplajului (corespunzător debitului Q_F și sarcinii H_F) și puterea consumată de cele 2 pompe:

$$\eta_{cp} = \frac{\rho g Q_F H_F}{P_1 + P_2} \quad (2.8.26)$$

În timpul cuplajului, debitele celor două pompe sunt egale, $Q_1 = Q_2 = Q_F/2$ și, de asemenea, randamentele sunt egale $\eta_1 = \eta_2 = \eta$ și rezultă:

$$P_1 = P_2 = \frac{1}{2} \frac{\rho g Q_F H_F}{\eta} \quad (2.8.27)$$

astfel că, randamentul cuplajului paralel devine:

$$\eta_{cp} = \frac{\rho g Q_F H_F}{\frac{1}{2} \frac{\rho g Q_F H_F}{\eta} + \frac{1}{2} \frac{\rho g Q_F H_F}{\eta}} = \eta \quad (2.8.28)$$

Așadar, la cuplarea în paralel a 2

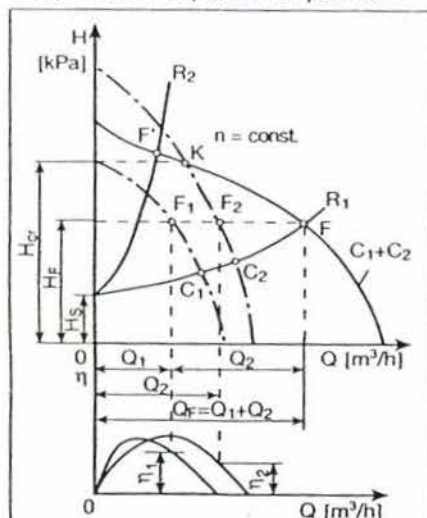


Fig. 2.8.10. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în paralel a 2 pompe identice.

pompe identice, randamentul cuplajului este egal cu randamentul total al tipului de pompă folosit, corespunzător punctului de funcționare F .

În cazul cuplării în paralel a 2 pompe având caracteristici interioare diferite $C_1 \neq C_2$, caracteristica cuplajului se obține în mod asemănător, prin însumarea debitelor celor 2 pompe la sarcină constantă ($H_F = H_1 = H_2$ și $Q_F = Q_1 + Q_2$). Din diagrama cuplajului (fig. 2.8.10) rezultă că pentru anumite zone (deasupra sarcinii maxime a pompei celei mai mici – punctul K), caracteristica cuplajului este situată sub caracteristica pompei mai mari. Această situație este o consecință a faptului că, pentru sarcini ale cuplajului $H_F > H_{K1} = H_K$, pompa mai slabă C_1 funcționează pe caracteristica de frânare și apar întoarceri de fluid prin ea. În consecință, cuplajul este rațional numai pentru rețelele ale căror caracteristici întretaie caracteristica cuplajului pe ramura K_F , adică pentru sarcini $H_F < H_{K1}$; în caz contrar, punctul de funcționare se va situa între caracteristicile celor 2 pompe (F), ceea ce înseamnă că debitul livrat este mai mic chiar decât cel al unei singure pompe ce ar lucra separat pe rețea.

Randamentul cuplajului se determină în mod asemănător ducându-se o paralelă la nivelul sarcinii H_F a cuplajului; F_1 și F_2 vor reprezenta punctele de funcționare ale celor 2 pompe în timpul cuplajului și reportarea acestora va conduce la cunoașterea randamentelor corespunzătoare. În acest fel, randamentul cuplării în paralel a 2 pompe diferite va fi:

$$\begin{aligned} \eta_{cp} &= \frac{\rho g Q_F H_F}{\frac{\rho g Q_1 H_F}{\eta_1} + \frac{\rho g Q_2 H_F}{\eta_2}} = \\ &= \frac{Q_F}{\frac{Q_1}{\eta_1} + \frac{Q_2}{\eta_2}} \end{aligned} \quad (2.8.29)$$

În concluzie, 2 pompe cuplate în paralel se comportă ca și cum ar exista o singură pompă având caracteristica $C_1 + C_2$ și aici pot apărea fenomene de funcționare labilă, pompaj etc., dacă se realizează condițiile specifice apariției acestora. Caracteristica cuplajului va reflecta particularitățile fiecărui participant la cuplaj.

Dacă există mai mult de 2 agregate în cuplaj, procedeul de lucru este același, adică se însumează debitele tuturor pompelor la aceleași înălțimi de pompare și se obține o caracteristică rezultantă a cuplajului.

• **Cuplarea în serie.** De regulă, cuplarea în serie a pompelor se adoptă cu scopul de a mări înălțimea de pompare a apei debitată de ansamblu. Pompele fiind montate în serie (fig. 2.8.7), debitul care trece prin pompe este același ($Q = Q_1 = Q_2$), iar sarcina cuplajului este egală

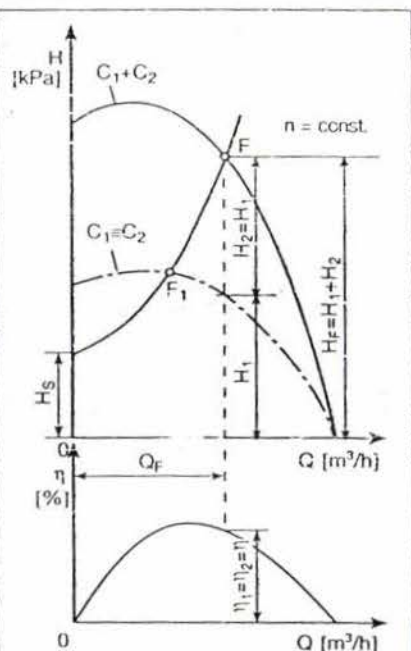


Fig. 2.8.11. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în serie a 2 pompe identice.

cu suma sarcinilor produse de fiecare pompă în parte ($H_F = H_1 + H_2$). Se pot realiza cuplaje în serie cu pompe identice sau cu pompe diferite.

În cazul cuplării în serie a 2 pompe identice (fig. 2.8.11) caracteristica cuplajului se obține însumând ordonatele (înălțimile de pompare) în dreptul aceluiași abscise (debite). Eficacitatea cuplajului în serie depinde de forma caracteristicii rețelei, după cum se arată în figura 2.8.12, rețele de tipul R_2 conducând la creșteri ale înălțimii de pompare $\Delta H_2 > \Delta H_1$, față de rețele de tipul R_1 . Pentru a calcula randamentul cuplării în serie η_{cs} , se ține seama că:

$Q_1 = Q_2 = Q_F$, $H_F = H_1 + H_2 = 2H_1 = 2H_2$ și $\eta_1 = \eta_2 = \eta$ și se obține:

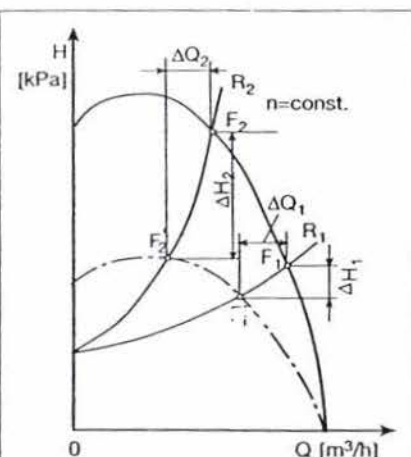


Fig. 2.8.12. Analiza funcționării în cuplaj serie a 2 pompe identice.

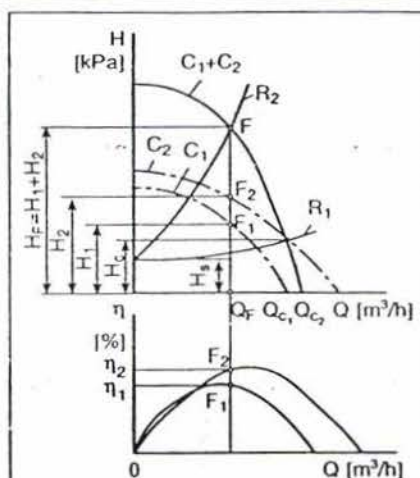


Fig. 2.8.13. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în serie a 2 pompe diferite.

$$\eta_{fs} = \frac{\rho g Q F H_F}{P_1 + P_2} = \frac{\rho g Q F H_F}{\frac{\rho g Q F H_1}{\eta_1} + \frac{\rho g Q F H_2}{\eta_2}} \quad (2.8.30)$$

Cuplarea în serie a 2 pompe diferite este reprezentată în figura 2.8.13. Construcția caracteristicii cuplajului se face după aceleași principii, adică însumarea sarcinilor corespunzătoare la diferite debite ($H_F = H_1 + H_2$ și $Q_F = Q_1 = Q_2$). De asemenea, și aici apare un punct critic K determinat de un debit Q_K și care marchează începutul unei zone unde rezultatul cuplajului este nerezonabil, deoarece sarcina obținută prin cuplaj este mai mică decât cea furnizată de o singură pompă ce ar lucra independent pe rețea. În această zonă, o parte din sarcina furnizată de pompa mai puternică este folosită pentru a compensa funcționarea celeilalte pompe pe ramura negativă a curbei de sarcină, în domeniul debitelor mai mari decât debitul de sarcină nulă $Q_{max}(H=0)$.

Randamentul cuplajului este:

$$\eta_{fs} = \frac{\rho g Q F H_F}{\frac{\rho g Q F H_1}{\eta_1} + \frac{\rho g Q F H_2}{\eta_2}} = \frac{H_F}{\frac{H_1}{\eta_1} + \frac{H_2}{\eta_2}} \quad (2.8.31)$$

și depinde, prin urmare, de poziția punctului de funcționare a cuplajului și de randamentele corespunzătoare ale celor 2 pompe.

Cuplarea în serie se poate efectua și cu mai mult de 2 pompe, modul de tratare a operației fiind asemănător, adică însumarea ordonatelor în dreptul aceluiași abscise. O aplicație a utilizării acestui gen de cuplaj o constituie pompele cu mai multe etaje, la care rotoarele înseriate au fiecare o caracteristică interioară specifică, iar caracteristica agregatului rezultă din însumarea acestora după procedeul menționat mai sus.

2.8.1.7 Reglarea pompelor

În timpul exploatării instalației de pompare poate să apară necesitatea ca debi-

tul Q_p și înălțimea de pompare H_p să varieze între anumite limite, față de valorile corespunzătoare punctului de funcționare al instalației. Procedeul prin care se pot modifica, temporar sau permanent, debitul și înălțimea de pompare constituie reglarea pompei.

Reglarea permanentă constă, de regulă, în modificarea dimensiunilor constructive ale rotorului, ca de exemplu: micșorarea diametrului prin strunjire; modificarea unghiului paletelor etc. Reglarea permanentă se efectuează numai atunci când pompa nu corespunde integral sistemului hidraulic.

Reglarea temporară este aplicată frecvent în exploatarea instalației de pompare și poate fi realizată prin:

- modificarea turației rotorului pompei, care este cel mai economic procedeu de reglare, însă necesită motoare electrice

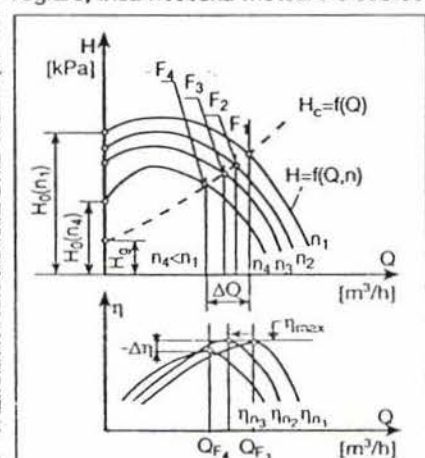


Fig. 2.8.14. Modificarea debitului pompat la funcționarea în rețea a unei pompe centrifuge cu turație $n = \text{variabilă}$.

de curent continuu, reductoare de turație etc., ceea ce este mai dificil de realizat;

- modificarea rezistenței hidraulice a instalației, folosind armături (robinete) de obturare (închidere) și reglare;
- descărcarea unei părți din debitul de apă refulat de pompă în bazinul de aspirație;
- cuplarea pompelor în paralel sau în serie.

În practică, sistemele de reglare a instalațiilor de pompare se realizează cu aparatură de automatizare, de măsură, siguranță și control, astfel încât agregatul de pompare să satisfacă parametrii ceruți.

- **Reglarea pompelor prin variația turației**

Prin modificarea turației pompei de la n_1 la n_4 , cu $n_4 < n_3 < n_2 < n_1$ (fig. 2.8.14) se obțin debitele $Q_{F4} < Q_{F3} < Q_{F2} < Q_{F1}$.

Dacă se consideră $n_F = n_{opt}$, atunci prin micșorarea turației pompei în limite restrânse ($n_1/n_2 = 0,8$, se păstrează valoarea randamentului maxim deplasându-l către $Q < Q_{F1}$. Modificarea turației în limite mai accentua-

te (de exemplu, în n_4) duce la scăderea randamentului cu $\Delta\eta$. Din această cauză modificarea turației trebuie să fie în limitele pentru care $\Delta\eta$ este acceptabil. Dependența între valorile Q_1, H_1, P_1 , la turația n_1 și Q_4, H_4, P_4 , la $n_4 < n_1$ se stabilește folosind relațiile de similitudine 2.8.7. Aceste relații reprezintă, teoretic, dependența între valorile caracteristice și turație. În realitate, la modificarea turației, apar o serie de fenomene complexe, care nu pot fi cuprinse în formule cu caracter general și, în practică, se pot utiliza numai într-un domeniu restrâns și anume, pentru scăderi cu 25 % a turației, până la creșteri cu 10 %, domeniul în care randamentul pompei rămâne practic constant.

Principali indici care definesc calitatea reglării de turație sunt:

- domeniul Δn de reglare a turației, definit ca raportul dintre turația minimă n_{min} și turația maximă n_{max} care se pot obține prin metoda de reglare aplicată:

$$\Delta n = \frac{n_{min}}{n_{max}} \quad (2.8.32)$$

- coeficientul k_n de reglare a turației, definit ca raportul dintre diferența $n_n - n_{min}$ și turația nominală n_n :

$$k_n = \frac{n_n - n_{min}}{n_n} \quad (2.8.33)$$

Alegerea domeniului de variație a debitului ΔQ al instalației de pompare se face diferențiat după cum turbopompele sunt nereglabile (cu turație constantă) sau reglabile (cu turație variabilă). Astfel, din analiza relației de calcul al energiei specifice de pompare a apei e_H , exprimată sub forma:

$$e_H = \frac{H}{\eta_p \eta_m} \quad [\text{kWh/m}^3] \quad (2.8.34)$$

unde:

- H este înălțimea de pompare a turbopompei [kPa];

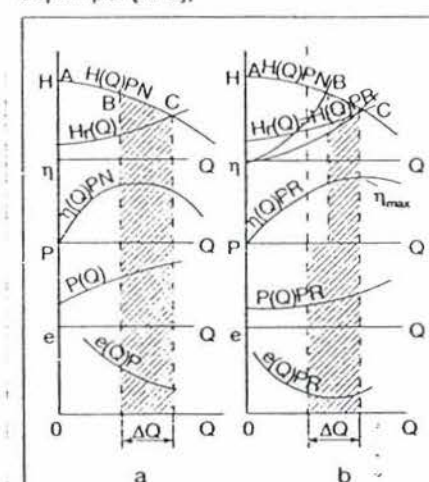


Fig. 2.8.15. Alegerea domeniului de debit ΔQ în funcție de energia specifică e_H , de pompare a apei:

- a - în cazul turbopompelor nereglabile;
- b - în cazul turbopompelor reglabile.

– η_h – randamentul hidraulic al turbopompei;

– η_{me} – randamentul motorului electric de acționare.

La reglarea instalației de pompare, pentru a face față regimului variabil de debit, se deduc următoarele (fig. 2.8.15a și b):

– în cazul turbopompelor nereglabile este rațional ca domeniul de debite ΔQ să se aleagă pe partea coborâtore a curbei de randament $\eta(Q)$, începând din punctul de randament maxim η_{max} , deoarece în conformitate cu relația 2.8.34 pe această parte se asigură o valoare minimă a energiei specifice (fig. 2.8.15a).

– în cazul turbopompelor reglabile este rațional ca domeniul de debite ΔQ să se aleagă pe partea urcătoare a curbei de randament $\eta(Q)$, sfârșind în punctul de randament maxim η_{max} , deoarece în conformitate cu relația 2.8.34 pe această parte se asigură o valoare minimă a energiei specifice de pompare a apei (fig. 2.8.15b).

Cunoscând că randamentul global η al unei instalații de pompare (definit de raportul dintre puterea utilă necesară pentru realizarea înălțimii de pompare, H_c , cerută de rețea și puterea absorbită, necesară pentru realizarea înălțimii de pompare H , dezvoltată de turbopompă) pentru un anumit debit dat, Q , sau pentru un anumit domeniu de debite date ΔQ , este dat de relația:

$$\eta = \frac{H_c}{H} \quad (2.8.35)$$

unde η este randamentul turbopompei, rezultă că pentru a se asigura un randament global ridicat, în cazul reglării debitului într-un anumit domeniu ΔQ , trebuie să fie îndeplinite condițiile de a folosi:

- turbopompe de mare randament;
- turbopompe care să asigure un raport H_c/H cât mai apropiat de unitate.

Prima condiție se poate realiza implicit prin alegerea unor turbopompe cu randament propriu ridicat și a le utiliza în apropierea op-

timului acestui randament.

A doua condiție se poate realiza în cazul folosirii:

- turbopompelor nereglabile (cu turație constantă), prin alegerea de caracteristici $H(Q)$ plate sau prin alegerea de domenii înguste de înălțime de pompare ΔH pe caracteristici $H(Q)$ înclinate;
- turbopompelor reglabile (cu turație variabilă), prin producerea caracteristicilor $H(Q)$ artificiale apropiate de (sau suprapuse peste) caracteristica $H_c(Q)$ a rețelei de pompare.

• **Reglarea prin modificarea caracteristicilor instalațiilor**

Metodele constau în adoptarea diferitelor soluții de modificare a caracteristicii rețelei $H_c=f(Q)$, caracteristica pompei $H=f(Q)$ păstrându-se nemodificată.

Reglarea debitului prin utilizarea vanei pe conducta de refulare (sau aspirație)

În exploatare este comod (dar nu se recomandă) ca debitul să fie modificat prin schimbarea gradului de închidere a unor vane, existente, de regulă, pe circuitul de refulare al pompelor (fig. 2.8.16). Soluția modifică curba caracteristică a rețelei, deoarece se modifică pierderile de sarcină în circuit. Pentru vana V complet deschisă rezultă $H_c=H_g+M_0Q^2$ și ca urmare ansamblul pompă-rețea funcționează la debitul Q_F (corespunzător acestuia rezultă randamentul și puterea). La închiderea parțială a vanei V , noua caracteristică a rețelei devine $H_c=H_g+M_1Q^2$ și prin urmare debitul pompat devine Q_{F1} ($Q_{F1} < Q_F$). La pompe care au caracteristică cu ramură instabilă se limitează închiderea vanei astfel încât debitul minim al ansamblului pompă-rețea să nu scadă sub Q_M . Sunt evidențiate în grafic pierderile de sarcină pe conducta cu vană deschisă (h_v) cât și cele suplimentare datorate vanei (h_{v1}).

Deși arată o sporire cu $\Delta\eta$ a randamentului pompei $\eta_{F1} > \eta_F$, pe ansamblu randamentul η^* scade cu $\Delta\eta_v$.

Dacă se notează $\eta_{hv} = h_v/H_g$ randamentul hidraulic al vanei, η_{me} – al motorului electric și cu η_{hext} – randamentul hidraulic exterior al rețelei (corespunzător lui V – deschis) se poate exprima randamentul instalației:

$$\eta_{inst} = \eta_p \eta_{me} \eta_{hv} \eta_{hext}$$

Dacă se notează randamentul pompă-vană de reglare cu $\eta^* = \eta_p \eta_{hv}$, se poate vedea din figura 2.8.16, că acesta scade, fiind $\eta^* = \eta_F \Delta\eta_v$, unde $\Delta\eta_v$ reprezintă pierderi din randamentul instalației ca urmare a utilizării vanei.

Datorită pierderilor hidraulice de sarcină mari introduse de vană (toată suprafața hașurată vertical), metoda trebuie evitată, putând fi utilizată numai ca o soluție de compromis, pe timp redus și în cazuri izolate. La pompele lente cu turație mică, care au curba $H = f(Q)$ aplatizată, metoda poate fi acceptată temporar, deoarece manevre scurte ale vanei duc la modificări

însemnate ale debitului instalației. Cât privește vana montată pe conducta de aspirație, raționamentul rămâne similar, numai că soluția nu se recomandă, deoarece pierderile de sarcină în creștere ale circuitului de aspirație duc ansamblul către regimul de funcționare în cavitație.

Variația debitului pompat la modificarea sarcinii statice a rețelei

Se poate obține prin utilizarea unui acumulator de apă sub presiune (recipient de hidrofor) care are rolul de a compensa diferența dintre debitul variabil al rețelei și debitul constant asigurat de pompă. Pe măsură ce acumulatorul se încarcă sau se golește de apă are loc o mărire respectiv o micșorare a înălțimii statice de pompare de la H_{F1} la H_{F2} și invers (fig. 2.8.17).

Efectul modificării debitului agregatelor de pompare prin variația înălțimii geodezice este cu atât mai mare cu cât curba de funcționare a pompei este mai aplatizată.

Modificarea debitului prin utilizarea conductei de ocolire (by-pass)

Întoarcerea prin by-pass către bazinul de aspirație, a unei părți din debitul pompat Q_p , face ca în rețea (deci la consumator) să se obțină debite diferite.

Conducta de by-pass pentru instalația din figura 2.8.18 realizează la consumator debitul $Q_c = Q_p - Q_{by}$ constant, dacă vana V_2 păstrează poziția inițială.

Au fost reprezentate în grafic: caracteristica conductei $H_c = f(Q)$ cu V_1 deschis, $H_{by} = f(Q)$ caracteristica by-pass-ului funcționând cu $H_g = 0$ și caracteristica sumă $H_c + H_{by} = f(Q)$ (însurarea se face pe orizontală adunând debitele pentru diferite valori ale lui H).

La funcționarea cu V_1 închis se obține Q_{F2} , respectiv Q_{F1} , dacă V_1 este deschis iar V_2 închis. În situația când ambele vane V_1, V_2 sunt deschise, debitul de funcționare al pompei este Q_F (corespunzător acestuia randamentul η_F) din care debitul Q_c pe rețea iar debitul Q_{by} se întoarce prin by-pass către conducta de aspirație. Alte debite către consumator se pot obține prin modificarea caracteristicilor by-pass-ului. Deși metoda este simplă, nu se recomandă deoarece vehicu-

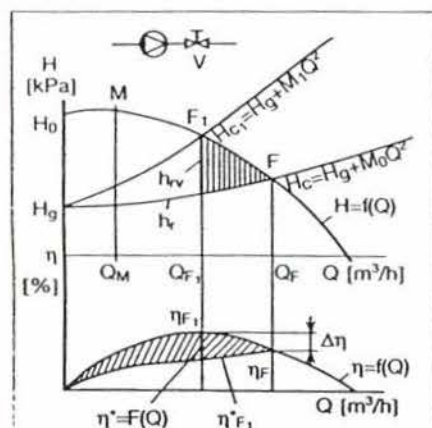


Fig. 2.8.16. Modificarea debitului la pompele centrifuge prin utilizarea vanei de reglare pe conducta de refulare.

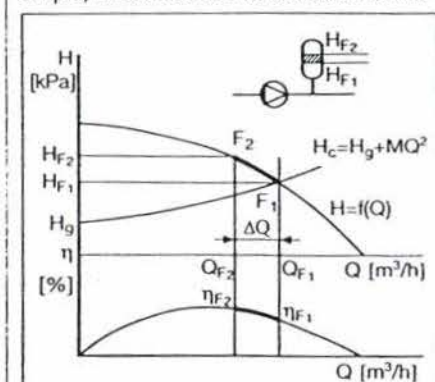


Fig. 2.8.17. Modificarea debitului pompat datorită variației sarcinii statice a rețelei de pompare.

larea unui debit Q_{by} în gol consumă inefficient energia electrică. Uneori, personalul de exploatare apelează totuși la această metodă, folosind conducta pentru descărcare și probare a agregatelor din stație.

Este util de analizat comparativ, într-un caz dat, care din soluțiile vană sau by-pass poate fi acceptată ca mai eficientă când modificarea debitului se impune, deoarece nu mai există o altă posibilitate. În figura 2.8.19, agregatul de pompare de caracteristică cunoscută $H=f(Q)$ funcționează pe o rețea formată din conductă cu $H_c=f(Q)$ și by-pass de caracteristică $H_{by}=f(Q)$. În această situație va merge la consumator debitul Q_c , iar prin by-pass debitul Q_{by} . Randamentul instalației considerând $\eta_{me}=\text{const.}$, se poate exprima cu relația:

$$\eta_{inst.} = \frac{P_u}{P_c} = \frac{Q_c H_g}{Q_{F_{1,2}} F_{F_{1,2}}} = \frac{\eta_{F_{1,2}} \eta_{me}}{\eta_{F_{1,2}} \eta_{me}} \quad (2.8.36)$$

$$\left(1 - \frac{Q_{by}}{Q_{F_{1,2}}}\right) \eta_{F_{1,2}} \eta_{me} \left(1 - \frac{h_{r0}}{H_{F_{1,2}}}\right)$$

în care h_{r0} sunt pierderi de sarcină pe conductă la vana complet deschisă și debit Q_c .

Pentru a asigura consumatorul cu același debit Q_c , în absența conductei de by-pass, trebuie modificată $H_c=f(Q)$ la forma $H_c^*=f(Q)$, introducând suplimentar h_{rv} - pierderi de sarcină prin vana V. În acest caz, corespunzător punctului F' se obține $Q_F=Q_c$.

Când se utilizează vana pe conducta de refulare pentru reglare, rezultă randamentul instalației din relația:

$$\eta_{inst.} = \frac{P_u}{P_c} = \frac{Q_c H_g}{Q_F H_F^*} = \frac{\eta_F^*}{\eta_F} = \eta_F^* \left(1 - \frac{h_{rv}}{H_F^*} - \frac{h_{r0}}{H_F^*}\right) \quad (2.8.37)$$

Comparând randamentele celor două soluții, va rezulta ca indicată metoda:

- conductă by-pass când $\eta_1 > \eta_2$,
- vană de reglare când $\eta_2 > \eta_1$.

Același rezultat se obține dacă se alege ca soluție optimă cea care asigură cel mai mic consum de energie e_u^* .

Cu cele precizate anterior și urmărind notațiile din figura 2.8.19 rezultă:

$$\eta_{inst.} = \left(1 - \frac{Q_b}{Q_{F_{1,2}}}\right) \eta_{F_{1,2}} \eta_{me} \eta_{lbe}; \quad (2.8.38)$$

$$\eta_{2inst.} = \eta_F^* \eta_{me} \eta_{lbe}$$

Consumurile specifice sau energia specifică în cele două variante e_{1u}^* și e_{2u}^* se pot exprima cu relațiile:

$$e_{1u}^* = \frac{k}{\left(1 - \frac{Q_b}{Q_{F_{1,2}}}\right) \eta_{F_{1,2}} \eta_{me} \eta_{lbe}} = \frac{k}{\eta_{1inst.}} \quad (2.8.39)$$

[kWh/m³] (2.8.39)

$$e_{2u}^* = \frac{k}{\eta_F^* \eta_{me} \eta_{lbe}} = \frac{k}{\eta_{2inst.}} \quad (2.8.40)$$

în care η_{lbe} și η_{lbe} reprezintă randamentul hidraulic al rețelei în variantele analizate.

Din expresiile 2.8.39 și 2.8.40 rezultă că pentru agregatele la care puterea crește cu debitul, este indicată metoda de variație a debitului prin utilizarea vanei, pe când la cele pentru care puterea scade cu debitul (pompe axiale) este de preferat variația debitului la consumator prin utilizarea conductei de by-pass.

2.8.2. Materiale, aparate, echipamente și agregate pentru instalațiile de pompare a apei

2.8.2.1 Pompe

În instalațiile de alimentare cu apă se folosesc frecvent pompe centrifuge și pompe axiale și, mai rar, pompe volumice.

Caracteristicile tehnice ale pompelor (dimensiuni, curbe caracteristice, materiale utilizate etc.) sunt prezentate amănunțit în cataloagele profesionale ale firmelor producătoare de pompe. În țara noastră,

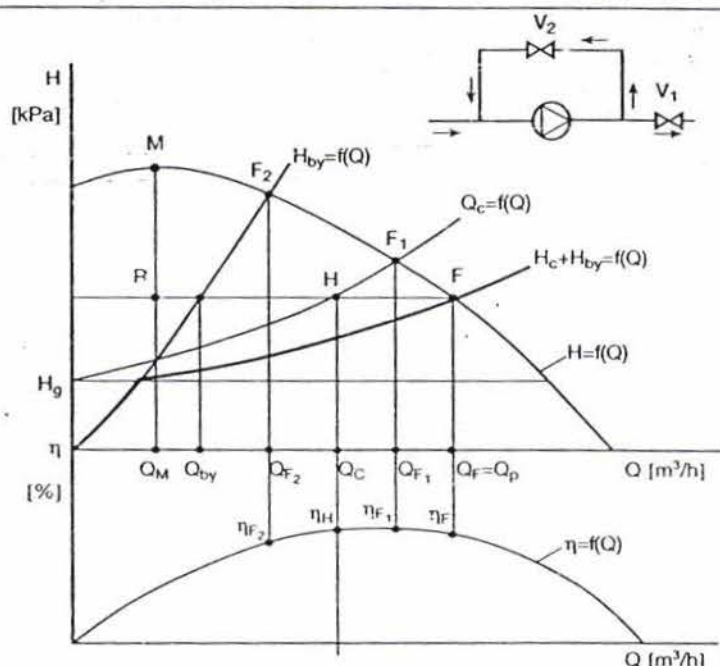


Fig. 2.8.18. Modificarea debitului la consumator prin utilizarea conductei de întoarcere (by-pass).

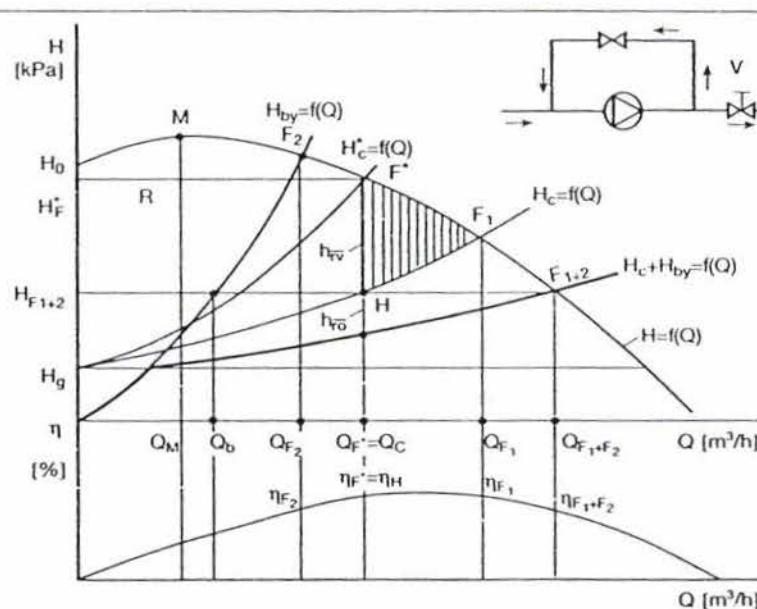


Fig. 2.8.19. Comparație cu privire la eficiența reglării la o pompă când la alegere se poate utiliza vana pe circuitul de refulare sau conducta de întoarcere (by-pass).

principalul producător de pompe este uzina AVERSA București. În străinătate sunt numeroase firme de prestigiu (GRUNDFOS - Danemarca, DAB - Italia, WILO - Germania, SALMSON - Franța etc.) care produc pompe cu performanțe tehnice și fiabilitate ridicate și garantate.

În volumul Instalații de Încălzire, capitolul 6, sunt prezentate date caracteristice pentru mai multe tipuri de pompe pentru apă caldă.

În Anexa III, în tabelele 1 și 2 sunt date pompele GRUNDFOS pentru apă rece și pentru ape uzate, iar în tabelele 3 și 4 pom-

pele WILO pentru apă rece și ape uzate.

• **Pompa centrifugă monoetajată.** Elementele componente principale ale pompei centrifuge monoetajate (fig. 2.8.20) sunt:

- rotorul, format dintr-un număr de palete fixate între două discuri, discul exterior, dispus către racordul de aspirație având o deschidere centrală prin care apa intră în canalele rotorice și discul interior. Rotorul este fixat cu pene sau cu o presă specială pe axul pompei, numit arbore de acționare. Acesta este cuplat cu axul motorului electric de antrenare, care pune rotorul în mișcare de rotație;

- carcasa (statorul), în care apa evacuată din canalele rotorice este colectată și evacuată printr-un racord de refulare. Carcasa pompei se mai numește și cameră specială, întrucât secțiunea sa crește în sensul circulației apei deoarece și debitul crește;

- difuzorul, terminat cu o flanșă de racord la conducta de refulare;

- presetupa (presgarnitura) de etanșare a carcasei (statorului) la arborele de acționare, având rolul de a reduce scurgerile de apă din carcasă pe lângă arborele pompei. Garniturile de etanșare pot fi din azbest grafitat, bumbac sau în impregnat etc.;

- labirinturile, care sunt elemente de etanșare între discuri și stator.

Principiul de funcționare a pompei centrifuge este următorul: prin rotația rotorului de către motorul electric, ia naștere forța centrifugă, sub influența căreia apa din canalele rotorice este dirijată radial de la centru spre periferie. În centrul pompei se creează o depresiune, iar sub acțiunea presiunii atmosferice, apa din rezervorul din care aspiră pompa, pătrunde prin racordul de aspirație în centrul pompei, de unde este dirijată din nou radial spre periferie și fenomenul de centrifugare se repetă continuu, atât timp cât este acționat

rotorul pompei. În acest fel, între secțiunea (racordul) de aspirație și secțiunea (racordul) de refulare energia hidraulică a apei crește.

• **Pompa centrifugă multietajată.** În scopul creșterii energiei hidraulice, respectiv a înălțimii de pompare la un debit dat, se pot monta pe același arbore mai multe rotoare. Apa care iese dintr-un rotor intră în rotorul următor prin canale de întoarcere. Etajul este definit ca o unitate de transformare a energiei mecanice în energie hidraulică. Astfel, dacă la un debit dat Q , înălțimea de pompare a unui etaj este H_1 , înălțimea de pompare a unei pompe cu n etaje va fi $H = n \cdot H_1$.

• **Pompa axială.** Din punct de vedere constructiv, se compune din aceleași elemente ca și pompa centrifugă. Pompele axiale pot fi cu ax vertical sau orizontal; după rotor, sunt prevăzute cu un dispozitiv de dirijare a curentului de lichid. La pompele axiale, fenomenul de centrifugare este redus, particulele de lichid fiind împinse de către rotor pe traiectorii elicoidale. Paletel rotorice se înșurubează în lichid și prin circulația pe care o produc, dirijează axial curentul de lichid. Pompele axiale vehiculează debite Q mari la înălțimi de pompare relativ mici.

• **Pompă volumică.** Funcționează prin deplasarea periodică a unor volume de lichide între secțiunile de aspirație și de refulare.

Principalele tipuri de pompe volumice sunt: cu piston (de exemplu, pompe dozatoare) și cu inel de lichid, utilizate pentru realizarea vacuumului în instalațiile de amorsare a pompelor; cu roți dințate; cu pistoane rotative (loburi); pompa de mână (tip Alweiller), cu paletă oscilantă, utilizată în stațiile de pompare mici pentru epuismențe sau goliri.

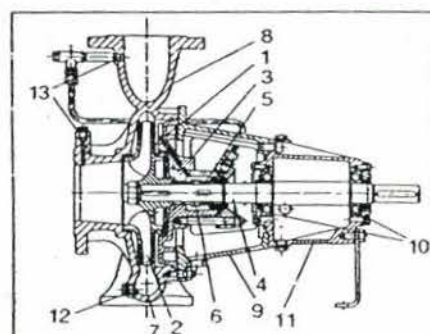


Fig. 2.8.20. Pompă centrifugă monoetajată:

1 - rotor; 2 - paletă; 3 - piesă specială pentru fixarea rotorului; 4 - arbore; 5 - garnitură de etanșare; 6 - bucșe; 7 - stator; 8 - difuzor; 9 - piesă intermediară; 10 - rulmenți; 11 - capac; 12 - dop de scurgere; 13 - racorduri pentru manometre.

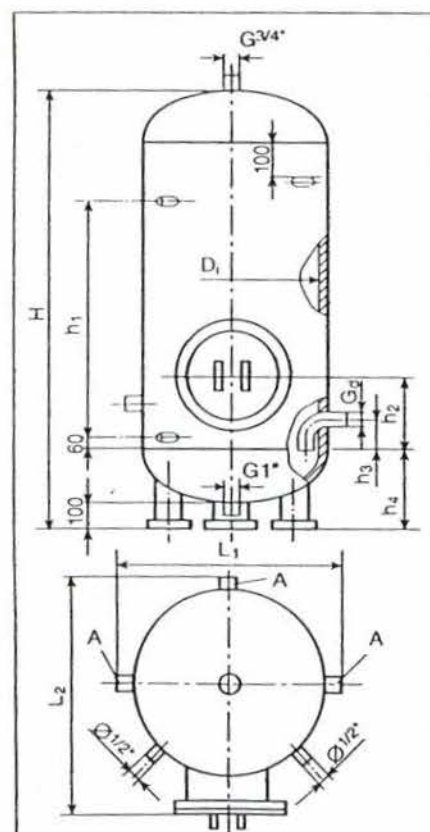


Fig. 2.8.21. Recipient de hidrofor.

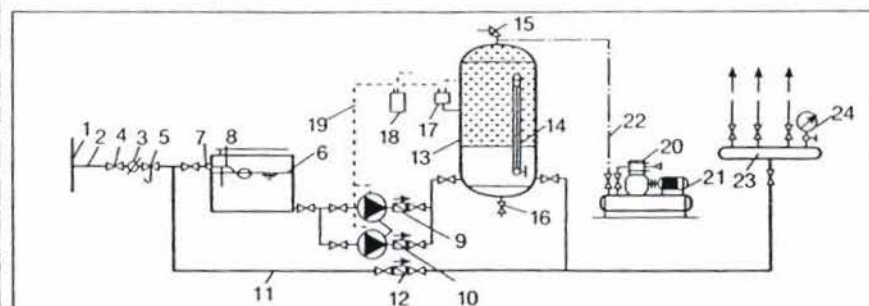


Fig. 2.8.22. Instalația de hidrofor:

1 - conductă publică; 2 - bransament; 3 - apometru; 4 - robinet de închidere; 5 - robinet de închidere cu descărcare; 6 - rezervor tampon; 7 - distribuitor pentru alimentarea robinetelor cu plutitor; 8 - robinet cu plutitor; 9 - pompă centrifugă; 10 - clapetă de reținere; 11 - conductă de ocolire a stației de hidrofor; 12 - clapetă de reținere montată pe conducta de ocolire a stației de hidrofor; 13 - recipient de hidrofor; 14 - indicator cu sticlă de nivel și robinete de control; 15 - supapă de siguranță; 16 - robinet de golire; 17 - presostat; 18 - automat de pornire-oprire a pompei; 19 - circuit electric; 20 - compresor de aer; 21 - motor electric; 22 - conductă de aer comprimat; 23 - distribuitor de apă rece sub presiune; 24 - manometru.

2.8.2.2 Recipiente de hidrofor

Au o construcție standardizată (STAS 2156) (fig. 2.8.21 și tab. 2.8.2). Se mai numesc și recipiente hidropneumatice, având la partea inferioară apă și deasupra apei o pernă de aer comprimat. Sunt recipiente metalice închise și, funcționând sub presiune, sunt supuse controlului ISCIR.

Aceste recipiente se mai folosesc și ca rezervoare tampon închise sau ca rezervoare sub presiune pentru acumularea apei calde de consum.

Pentru agregatele de pompare monobloc, cu debite mici (până la 10 m³/h) se folosesc recipiente de hidrofor cu membrană din cauciuc, având capacități cuprinse între 25 și 100 l. De regulă, membrana este sub forma unei anvelope umplută cu aer comprimat (la presiunea de 2...3 bar) și introdusă în recipient, fiind fixată de capacul acestuia și prevăzută cu un ventil pentru completarea periodică (sau când este necesar) a volumului de aer.

2.8.2.3 Rezervoare tampon

Pot fi:

- deschise, cu formă paralelipipedică și dimensiuni standardizate (STAS 8941) (tab. 2.8.3). Se execută cu tablă din oțel protejată anticoroziv.

- închise, recipiente metalice hidropneumatice (fig. 2.8.21 și tab. 2.8.2) ca și recipientele de hidrofor.

2.8.2.4 Aparat de automatizare, siguranță și control pentru instalații de pompare a apei

Principalele aparate de automatizare folosite sunt: manometre cu contacte elec-

trice; presostat; automate de pornire-oprire a pompelor; variatoare de frecvență pentru pompe cu turație variabilă; nivostate; robinete de reglare acționate cu motoare electrice (sau cu ventile electromagnetice).

Pentru recipientele sub presiune se folosesc supape de siguranță cu contra-greutate sau cu arc. Controlul vizual al presiunilor apei sau aerului comprimat se efectuează cu manometre.

2.8.3. Soluții constructive, scheme și dimensionarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei reci**2.8.3.1 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și recipiente de hidrofor**

* Soluții constructive, scheme și funcționarea instalațiilor de hidrofor

Instalația de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor, denumită instalația de hidrofor (fig. 2.8.22) se compune dintr-o stație de pompare având montate, pe conducta de refulare, recipiente de hidrofor.

Instalația de hidrofor se adoptă când sarcina hidrodinamică (presiunea de serviciu disponibilă H_{disp} a apei din conducta publică în punctul de racord a instalației interioare) este permanent sau pe perioade lungi, insuficientă pentru funcționarea normală a tuturor punctelor de consum ($H_{disp} < H_{nec}$), iar consumul de apă din instalație prezintă variații importante în timp între valorile maxime și minime.

Din conducta publică apa pătrunde într-un rezervor tampon care poate fi deschis

sau închis.

În rezervorul tampon deschis, apa trece de la presiunea din conducta publică la presiunea atmosferică (având loc ruperea presiunii), pe când în rezervorul tampon închis (care are la partea inferioară apă și deasupra apei o pernă de aer comprimat) se menține continuitatea sarcinii din conducta publică.

Din rezervorul tampon apa este aspirată de pompă și refulată în instalație. Din debitul total al pompei Q_p o parte satisface consumul din clădiri q_c , iar restul ($Q_p - q_c$) se acumulează treptat în recipientul de hidrofor, comprimând pernă de aer existentă deasupra apei, până la o valoare limită maximă (stabilită prin calcul) și controlată de un presostat, presiunea de oprire a pompei H_o , la atingerea căreia presostatul comandă oprirea pompei. Din acest moment, consumul de apă din instalație este satisfăcut din rezerva acumulată în recipientul de hidrofor (volum util) V_u . Pe măsură ce rezerva de apă scade, pernă de aer de deasupra apei se destinde până la o valoare limită minimă, (presiune de pornire a pompei H_p), controlată de același presostat, care, la atingerea acestei valori, comandă pornirea pompei și funcționarea instalației se repetă.

Pompa asigură ridicarea presiunii apei din instalație și are o funcționare periodică (ciclică), durata unei perioade T fiind definită ca intervalul între 2 porniri (sau 2 opriri) succesive ale pompei. Duratale T ale diferitelor perioade ale ciclurilor de funcționare a pompei sunt diferite între ele și prin calcul se determină durata minimă T_{min} a perioadei T .

Tabelul 2.8.2. Dimensiunile principale ale recipientelor hidropneumatice sau pentru acumularea apei calde

Capacitatea nominală [l]	P _n [bar]	Dimensiunile [mm]								Dimensiunile racordurilor, pentru recipiente [in]				Masa [kg]
		D _i	H	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	L ₁	L ₂	Hidropneumatice		Acumulatori		
										A	B	A	B	
160	10	450	1255	630	300	70	275	536	464	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	82
250	10	500	1480	630	300	70	290	584	704	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	100
400	6	600	1635	800	300	70	315	682	795	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	127
	500			803					143					
630	6	700	1885	800	300	70	340	782	895	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	174
	500			905					200					
800	6	800	1935	1000	300	70	365	896	1014	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	204
	500			1034					241					
1000	6	800	2335	1000	450	80	365	896	1014	3	1	3	3	236
	630			1034					270					
1600	6	1000	2440	1000	450	80	415	1100	1217	3	1	3	3	359
	630			1238					427					
2000	6	1100	2490	1000	450	90	440	1216	1327	4	1	4	4	400
	630			1346					541					
2500	6	1200	2540	1000	450	90	465	1316	1427	4	1	4	4	443
	630			1448					605					
3150	6	1200	3140	1250	450	90	465	1316	1427	4	1	4	4	524
	630			1448					634					
4000	6	1300	3390	1250	450	90	490	1416	1529	5	1	5	5	611
	800			1548					947					
5000	6	1400	3645	1600	450	90	515	1508	1625	5	1	5	5	842
	900			1646					1112					

$$T_{min} = \frac{4V_{umax}}{Q_p} \quad (2.8.41)$$

în care V_{umax} este volumul util maxim, iar Q_p este debitul mediu pompat pe durata ciclului de funcționare a pompei.

Inversul perioadei (frecvența) n este egală cu numărul de porniri (sau de opriri) pe oră ale pompei $n=1/T$. Perioadei minime T_{min} îi corespunde $n_{max} = 1/T_{min}$ și ținând seama de relația (2.8.41) rezultă:

$$n_{max} V_{umax} = \frac{Q_p}{4} \quad (2.8.42)$$

Frecvența n_{max} , a pornirilor (opririlor) pompei, este limitată de sensibilitatea presostatelor și de caracteristicile funcționale ale electromotoarelor ($n_{max} = 10...30$ porniri/oră), ceea ce duce la limitarea valorii maxime a volumului util V_{umax} :

$$V_{umax} = \frac{Q_p}{4 n_{max}} \quad (2.8.43)$$

Se produc în prezent pompe care pot funcționa normal la un număr de 50...60 porniri/oră.

Perna de aer de deasupra apei din recipientul de hidrofor este asigurată de un compresor de aer, care este pus în funcțiune manual, ori de câte ori este necesar să se refacă volumul de aer din rezervor. Hidroforul este prevăzut cu o sticlă de nivel care permite controlul vizual al nivelului apei în timpul exploatării și al volumului ocupat de aer. La partea superioară a hidroforului se montează un ventil de siguranță cu contragreutate sau cu arc pentru protecția recipientului în cazul unor suprapresiuni accidentale. În perioadele în care sarcina disponibilă H_{disp} , a apei în punctul de racord (branșament), este mai mare decât sau egală cu sarcina

necesară H_{nec} , în instalația interioară ($H_{disp} \geq H_{nec}$), alimentarea cu apă a instalației interioare se face printr-o conductă de ocolire a stației de pompare, pe care se montează o clapetă de reținere spre a evita întoarcerea apei spre conducta publică atunci când funcționează pompa.

• **Alegerea pompei și determinarea punctelor de funcționare ale instalației de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor**

Pentru alegerea pompei este necesar să se cunoască debitul de calcul al instalației și înălțimile de pompare la momentele pornirii, respectiv opririi pompei.

În cazul instalațiilor de distribuție a apei reci pentru consum menajer, debitul pompei active (sau al cuplajului în cazul funcționării pompelor în paralel) se ia egal cu debitul de calcul q_c , ($Q_p = q_c$) al instalației.

Înălțimea de pompare necesară H_{pp} , în momentul pornirii pompei, respectiv H_{pp} , în momentul opririi pompei, se determină cu relațiile (fig. 2.8.23)

$$H_{pp} = H_b \pm H_{g0} + h_{rp0} - H_a = H_{g0} + M_p Q_{p0}^2 \quad [\text{bar}] \quad (2.8.44)$$

$$H_{po} = H_b \pm H_{g0} + h_{rp0} - H_a = H_{g0} + M_0 Q_{p0}^2 \quad [\text{bar}] \quad (2.8.45)$$

în care H_p este presiunea din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei [bar] determinată cu relația:

$$H_p \geq H_{nec} = \max(H_g + H_b + h) \quad [\text{bar}] \quad (2.8.46)$$

unde:

- H_{nec} - sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară de alimentare cu apă [bar];
- H_g - înălțimea geodezică a punctu-

lui de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, față de un plan de referință unic admis [bar];

- H_b - presiunea de utilizare a apei la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic [bar];

- $h = h_{int} + h_{ext}$ - suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic de la punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor [bar];

- h_{int} - suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din interiorul clădirii, a traseului de alimentare cu apă a punctului cel mai dezavantajat [bar];

- h_{ext} - suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din exteriorul clădirii a traseului de alimentare cu apă de la punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor până la rețeaua din interiorul clădirii [bar];

- H_0 - presiunea din recipientul de hidrofor în momentul opririi pompei, care se determină în funcție de valoarea presiunii H_p din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei, cunoscând că $\Delta H = H_0 - H_p = (0,5...1)$ bar;

- H_{g0} - diferența de nivel între nivelul apei din recipientul de hidrofor și nivelul apei din rezervorul tampon (în care caz $H_{g0} > 0$) sau invers (în care caz $H_{g0} < 0$) în momentul pornirii pompei [bar];

- H_{g0} - diferența de nivel între nivelul apei în recipientul de hidrofor și nivelul apei în rezervorul tampon (în care caz $H_{g0} > 0$) sau invers (în care caz $H_{g0} < 0$) în momentul opririi pompei [bar];

- $h_{rp0} = M_p Q_{p0}^2$, respectiv $h_{rp0} = M_0 Q_{p0}^2$ - suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul conductei de pompare până la recipientul de hidrofor, calculate la debitul Q_{p0} de pornire al pompei, respectiv la debitul Q_{p0} de oprire a pompei [bar];

- H_a - presiunea din rezervorul tampon închis (dacă este cazul) din care aspiră pompa (în cazul rezervorului tampon deschis: $H_a = H_{at} = 0$ în scara manometrică) [bar];

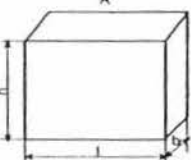
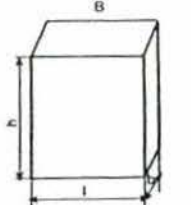
- $H_{sp} = H_p \pm H_{g0} - H_a$; $H_{so} = H_0 \pm H_{g0} - H_a$ - înălțimile statice la momentele pornirii, respectiv opririi pompei [bar];

- M_p ; M_0 - modulele totale de rezistențe hidraulice ale conductei de pompare [h^2/m^5].

Întrucât din distribuitorul instalației de hidrofor se alimentează cu apă atât rețeaua de distribuție a apei reci, cât și instalația de preparare a apei calde de consum, este indicat să se introducă în relația 2.8.46 valoarea cea mai mare dintre sarcinile hidrodinamice necesare $H_{nec,ar}$ pentru instalația de distribuție a apei reci, respectiv $H_{nec,ac}$ pentru instalația de distribuție a apei calde de consum (între cele două sarcini hidrodinamice necesare $H_{nec,ar}$ și $H_{nec,ac}$ se admite o diferență de cel mult $\pm 5\%$);

Pompa instalației de hidrofor se alege

Tabelul 2.8.3. Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise de forma paralelipipedică (STAS 8941)

Tip	Model	Capacitate nominală [l]	l [mm]	b [mm]	h [mm]
	II	500	1000	1000	500
		1060			
		1500			
	III	2000	1570	1500	1000
		3000			
		4000	2000		
	I	500	1000	500	1000
	II	1000	1500	1000	1500
		1500			
		2000			
	III	3000	2000	1250	2000
		4000			
		5000			
		6000	2000	1500	

din catalog pe baza determinării punctelor de funcționare la momentele pornirii, respectiv opririi pompei.

• **Calculul volumului necesar și alegerea numărului de recipiente de hidrofor**

Volumul total V_{RH} al recipientului de hidrofor se calculează cu relația:

$$V_{RH} = 1,1 \frac{Q_p}{4n} \frac{(H_0 + 1,013)(H_p + 1,013)}{(H_0 - H_p)(H_p + 1,013)} \quad [\text{m}^3] \quad (2.8.47)$$

în care debitul Q_p , al pompelor în funcțiune simultană $[\text{m}^3/\text{h}]$ și H_0 , H_p , H $[\text{bar}]$ iar

$$V_{RH} = 1,1 \frac{Q_p}{4n} \frac{(H_0 + 1,013)(H_p + 1,013)}{(H_0 - H_p)(H_p + 1,013)} \quad [\text{m}^3] \quad (2.8.48)$$

în care Q_p $[\text{m}^3/\text{h}]$ și H_0 , H_p , H $[\text{kPa}]$.

Diferența de presiune dintre presiunea de pornire H_p și presiunea inițială H_i se recomandă să aibă valorile din tabelul 2.8.4, care sunt cuprinse între 3,5...27 kPa, pentru $H_p < 600$ kPa.

În cazul în care din calcul rezultă un volum al recipientului de hidrofor, mai mare de 1600 l, se aleg două recipiente egale pentru a permite efectuarea reviziilor fără întreruperea alimentării cu apă. Firma GRUNDFOS, produce pompe prevăzute cu microprocesoare încorporate, care prin senzorii de presiune pot comanda pornirea și oprirea pompelor fără recipiente de hidrofor.

• **Alegerea compresorului de aer**

Debitul compresorului de aer se alege în așa fel încât presiunea inițială p_i să fie realizată în 2...3 h, iar presiunea compresorului de aer p_o să fie numeric mai mare sau cel puțin egală cu înălțimea de pompare în momentul opririi pompei H_{po} , pentru a putea introduce aer sub presiune, fără a fi nevoie să se golească apa din recipientul de hidrofor.

• **Dimensionarea rezervorului tampon deschis și a instalațiilor hidraulice anexe**

Volumul (capacitatea) rezervorului tampon deschis V_{RTD} se calculează cu formula:

$$V_{RTD} = V_a + Q_{pt_i} \quad [\text{l}] \quad (2.8.49)$$

în care:

- Q_p este debitul pompelor în funcțiune $[\text{l/s}]$;
- t_1 – timpul de funcționare a pompei $[\text{s}]$;

- V_a – volumul necesar executării racordurilor la rezervor $[\text{l}]$.

Se consideră că timpul t_1 de funcționare a pompei (de refacere a volumului util de apă din hidrofor) este egal cu timpul t_2 de stagnare a pompei (de consumare a volumului util de apă din hidrofor), $t_1 = t_2 = t$, durata T unui ciclu de funcționare a pompei (perioada) va fi:

$$T = t_1 + t_2 = 2t = 1/n \quad (2.8.50)$$

în care $n = 1/t$ este frecvența (sau numărul de porniri – opriri $/\text{h}$ ale pompei).

În cazul în care timpul de funcționare a pompei se consideră egal cu $t_1 = t_2 = 150$ s, deci o perioadă $T = 300$ s, respectiv o

frecvență de $n = 12$ porniri/h ale pompei și un volum $V_a = 1500$ l din relația (2.8.49) se obține:

$$V_{RTD} = 150(10 + Q_p) \quad [\text{l}] \quad (2.8.51)$$

Condiția funcționării instalației de hidrofor în deplină siguranță este ca timpul de încărcare cu apă a rezervorului tampon deschis să fie mai mic decât timpul de descărcare a aceluiași volum de către pompă. În caz contrar, există pericolul intrării pompei în regim de cavitație, prin pătrunderea aerului în conducta de aspirație, după epuizarea volumului util de apă din rezervorul tampon deschis. Condiția de mai sus se exprimă prin relația:

$$Q_p \leq Nq_{rp} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (2.8.52)$$

sau:

$$Q_p \leq N\mu \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{2} \sqrt{h_u} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (2.8.53)$$

respectiv:

$$Q_p \leq K \sqrt{h_u}; K = N\mu \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{2} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (2.8.54)$$

în care:

- q_{rp} este debitul unui robinet cu plutitor al rezervorului tampon deschis;
- N – numărul de robinete cu plutitor;
- h_u – presiunea de utilizare (de servi-

ciu) a apei în secțiunea de ieșire din robinetul cu plutitor;

$S = \frac{\pi d_1^2}{4}$ – aria secțiunii circulare de diametru d_1 a robinetului cu plutitor;

- μ – coeficientul de debit al secțiunii de ieșire a apei din robinetul cu plutitor;

Presiunea de utilizare este dată de relația:

$$h_u = H_{disp} - H_{gp} - h_{tb} \quad [\text{kPa}] \quad (2.8.55)$$

în care:

- h_{tb} este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de branșament $[\text{Pa}]$;

- H_{gp} – înălțimea geodezică, transformată din m în kPa.

Condiția de limitare a debitului pompei cuplată cu rezervor tampon deschis și recipiente de hidrofor, în funcție de presiunea disponibilă a apei H_{disp} , în punctul de racord la conducta publică, va fi:

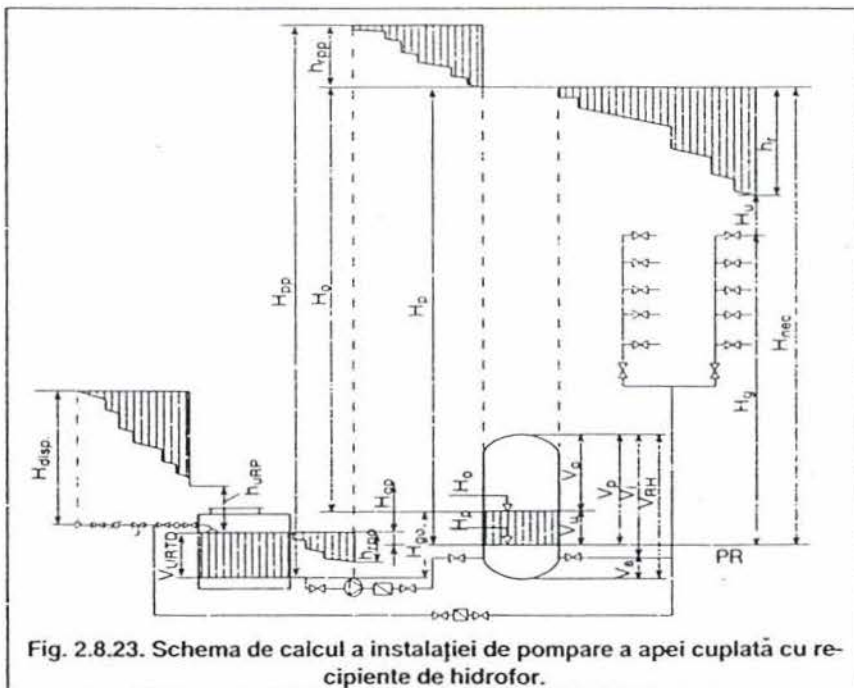
$$Q_p \leq K \sqrt{H_{disp} - H_p - h} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (2.8.56)$$

Această condiție limitează domeniul aplicării soluției de cuplare a pompei cu rezervor tampon deschis și recipiente de hidrofor.

În cazul în care din rezervorul tampon se alimentează și hidranții interiori pentru incendiu, capacitatea rezervorului

Tabelul 2.8.4. Diferența optimă dintre presiunea din hidrofor în momentul pornirii pompei și presiunea inițială în recipientul de hidrofor DHi (STAS 1478)

Presiunea în momentul pornirii pompei H_p $[\text{kPa}]$	Capacitatea hidroforului $[\text{l}]$:							
	160	250	400	630	800; 1000; 1600	2000; 2500	3150	4000
	$\Delta H_i = H_p - H_i, [\text{kPa}]$							
200	9		7		6	5	4	3,5
400	8		15		12	10	8	7
600	27		22		19	16	12	10
900	41		34		29	24	18	16
1200	55		45		38	32	25	21



tampon se verifică pentru a se asigura debitul de apă necesar hidranților interiori timp de 10 min, respectiv de 5 min dacă alimentarea cu apă a rezervorului se face automat (robinetului de alimentare fiind comandat de un nivostat).

Trebuie verificat, de asemenea, dacă în rezervorul tampon pot fi montate robinetele cu plutitor (cei puțin două, pentru siguranță în funcționare). Uneori se prevede și o capacitate suplimentară (de rezervă); dacă este asigurată rezerva pentru incendiu și posibilitatea montării robinetelor cu plutitor, nu mai este necesară o capacitate suplimentară a rezervorului tampon.

Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise, de formă paralelipipedică și de construcție metalică sunt redată în tabelul 2.8.3 (STAS 8941).

Diametrul D_1 al conductei de alimentare cu apă a rezervorului tampon deschis este egal cu diametrul conductei de bransament.

Calculul diametrului robinetului cu plutitor este prezentat la § 2.7.3.1.

Diametrul D_2 al distribuitorului robinetelor cu plutitor se alege constructiv cu 1 sau 2 dimensiuni mai mare decât diametrul D_1 .

Lungimea L a distribuitorului rezultă constructiv în funcție de numărul, diametrul și distanțele dintre robinetele cu plutitor.

Diametrul D_3 al orificiului preaplinului de formă circulară este dat de relația:

$$D_3 = \sqrt{\frac{5h_v \cdot d_1^4}{\mu^2(1+\xi_r)g}} \quad [\text{m}] \quad (2.8.57)$$

în care $\mu \approx 0,63$ este coeficientul de debit al orificiului de preaplin.

Dimensionarea orificiului de preaplin de formă dreptunghiulară constă în stabilirea lățimii a (constructiv) și înălțimii b ale acestuia aplicând relația:

$$b = \sqrt[3]{\frac{9\pi^2}{64} \frac{h_v \cdot d_1^4}{\mu^2 a^2 (1+\xi_r)g}} \quad [\text{m}] \quad (2.8.58)$$

în care mărimile h_v , d_1 , și ξ_r au semnificațiile cunoscute.

Vasul preaplinului poate fi rezervor prismatic cu dimensiunile recomandate 0,6-0,6-0,6 m sau rezervor tronconic (pâlnie) cu diametrul superior de 0,6 m, diametrul inferior de 0,3 m și înălțimea $h=0,6$ m. La partea inferioară vasul are un ștuț pentru racordare la conducta de evacuare.

Conductele de evacuare de diametru D_4 și D_5 conduc excesul de apă din rezervorul (vasul) preaplinului la canalizare, se execută cu tuburi din fontă de scurgere, țevi din PVC sau oțel și se dimensionează în ipoteza că funcționează la curgere cu secțiune plină.

Diametrul D_4 al conductei verticale de scurgere a preaplinului se calculează cu relația:

$$D_4 = d_1 \sqrt{\frac{(1+\xi_0)(1+\xi_r)}{1+\xi_r} \frac{2h_v}{2h_v(1+\xi_0)+D_3}} \quad [\text{m}] \quad (2.8.59)$$

în care mărimile d_1 , h_v și D_3 au semnificațiile cunoscute, iar:

h_1 este presiunea statică a înălțimii coloanei de apă din rezervorul sau pâlnia preaplinului [kPa];

ξ_0 , ξ_1 și ξ_r – coeficienții de pierderi de sarcină locale ale orificiului vasului de preaplin (care face legătura cu conducta de diametru D_4) și ale robinetului cu plutitor.

Diametrul D_5 al conductei orizontale de scurgere a preaplinului se determină cu relația:

$$D_5 = d_1 \sqrt{\frac{(1+\xi_0)(1+\xi_2)}{1+\xi_r} \frac{2h_v}{2(1+\xi_0)(h_1+h_2)+D_3}} \quad [\text{m}] \quad (2.8.60)$$

în care:

– h_2 este înălțimea coloanei de apă din conducta de diametru D_4 , transformată din [m] [kPa];

– ξ_2 – coeficientul de pierdere de sarcină locală în conducta orizontală de scurgere, de diametru D_5 ; celelalte mărimi au semnificațiile arătate anterior.

2.8.3.2 Grupuri de pompe cu turație variabilă, cuplate în paralel (sistem HYDROMULTI)

Sistemul (fig. 2.8.24), complet automatizat, constituie o soluție alternativă la instalația de hidrofor. Pe conducta de refulare a pompelor este montat un recipient de hidrofor cu membrană, care permite urmărirea variației presiunii apei din instalația de utilizare. Variația debitului obținută prin variația turației permite urmărirea fidelă a curbei de variație aleatoare a consumului de apă (cronograma de consum). Aparatura de acționare, control și semnalizare este grupată în tabloul electric de automatizare care face parte integrantă din sistem. Firma GRUNDFOS produce pompe cu turație variabilă, cu microprocesoare încorporate care elimină tabloul electric de automatizare.

2.8.3.3 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și rezervoare de înălțime

• *Soluții constructive și funcționarea instalației de pompare a apei cuplată cu rezervor de înălțime*

Soluția se adoptă când sarcina disponibilă H_{disp} (presiunea de serviciu), din conducta publică, în punctul de racord, scade periodic (de exemplu, în orele de consum maxim) sub valoarea sarcinii necesare $H_{nec} = \max(H_g + H_v + h_f)$ pentru funcționarea normală a tuturor punctelor de consum din instalația interioară: $H_{disp} < H_{nec}$. Rezervoarele de înălțime se prevăd mai puțin în cazurile clădirilor civile și mai mult în cazul clădirilor in-

dustriale, în care se desfășoară procese tehnologice care necesită apă la presiuni de utilizare aproape constante. În perioada în care $H_{disp} < H_{nec}$ rezervorul de înălțime și instalația interioară sunt alimentate direct din conducta publică prin conducta de ocolire a stației de pompare.

Pompa poate fi acționată manual sau printr-un sistem de automatizare.

De regulă, pompa este acționată automat, în funcție de nivelul apei din rezervorul de înălțime, controlat de un nivostat. Pentru a evita întoarcerea apei prin conducta de ocolire, pe această conductă se montează o clapetă de reținere. Alimentarea cu apă a rezervorului de înălțime și a instalației interioare se face prin aceeași coloană.

• *Dimensionarea rezervorului de înălțime*

Volumul (capacitatea) rezervorului de înălțime se determină în funcție de modul de acționare (manual sau automat) a pompei.

În cazul pornirii manuale a pompei, volumul util V_u al rezervorului de înălțime se determină cu relația:

$$V_u = \frac{Q_{zi \max}}{n} \left(1 - \frac{q_c}{Q_p} \right) \quad [l] \quad (2.8.61)$$

în care:

– $Q_{zi \max}$ este debitul zilnic maxim de apă consumat [l/zi];

– n – numărul de porniri pe zi ale pompei; în medie $n = 6$ porniri/zi;

– q_c – debitul de apă consumat în clădire în timpul pompării apei în rezervor [l/h];

– Q_p – debitul pompat în rezervor în ace-

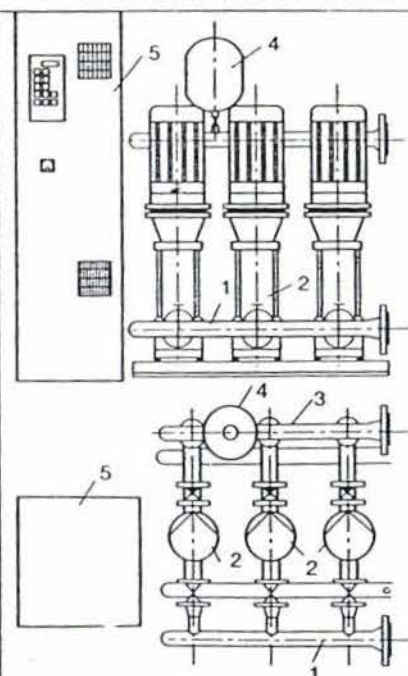


Fig. 2.8.24. Grupuri de pompare cu turație variabilă, cuplate în paralel: 1 – conductă de aspirație; 2 – pompă; 3 – conductă de refulare; 4 – recipient de hidrofor cu membrană; 5 – tablou electric de automatizare.

lași interval de timp [1/h].

În cazul în care q_c este mic și când Q_p este cu mult mai mare decât q_c , atunci raportul q_c/Q_p se poate neglija și capacitatea rezervorului de înălțime se determină cu relația:

$$V_v = \frac{Q_{vmax}}{n} \quad [l] \quad (2.8.62)$$

La clădirile industriale, raportul q_c/Q_p poate avea valori ce nu pot fi neglijate ceea ce conduce la aplicarea relației 2.8.61.

Volumul total necesar al rezervorului de înălțime va fi:

$$V = V_v + V_a \quad [l] \quad (2.8.63)$$

în care V_a este volumul ocupat de apă sub racordurile de intrare și ieșire ale rezervorului de înălțime; în general, $V_a = 0,1V$ astfel că:

$$V = 1,1V_v \quad [l] \quad (2.8.64)$$

În cazul acționării automate a pompei de alimentare (la comanda nivostatului) se ține seamă de perioada T a unui ciclu de funcționare a pompei definită ca intervalul de timp cuprins între 2 porniri (sau opriri) succesive ale pompei, respectiv de numărul de cicluri n , mai precis de numărul maxim de porniri (frecvența) pe oră ale pompei, cunoscând că perioada este inversul frecvenței: $n = 1/T$

Volumul util al rezervorului de înălțime are valoare maximă:

$$V_{max} = \frac{Q_p}{4n} \quad [m^3] \quad (2.8.65)$$

Volumul total necesar al rezervorului de înălțime este:

$$V = 1,1 \frac{Q_p}{4n} \quad [m^3] \quad (2.8.66)$$

Pe baza relației 2.8.66 se alege rezervorul de înălțime cu dimensiuni tipizate, sau se stabilesc aceste dimensiuni prin calcul de construcție a rezervorului, astfel ca volumul efectiv (construit) să fie cel puțin egal cu volumul total necesar. În anumite cazuri se pot adopta 2 rezervoare al căror volum efectiv însumat să fie egal cu volumul total necesar.

2.8.3.4 Particularități ale instalațiilor de pompare a apei necesară stingerii incendiului

În stațiile de pompare echipate cu pompe fixe de alimentare cu apă pentru stingerea incendiului, este obligatorie montarea unei pompei de rezervă, egală cu cea mai mare din grupul celor în funcțiune, în următoarele situații:

- construcții și grupuri de construcții la care debitul de apă pentru incendiu exterior depășește 20 l/s;
- construcții industriale sau civile care sunt prevăzute cu instalații automate de stingere (sprinklere, drencere sau pulverizatoare);
- clădiri civile și industriale la care pentru stingerea incendiului din interior

se folosesc două jeturi simultane.

Este indicat ca fiecare pompă pentru stins incendiul să aibă conducta proprie de aspirație din rezervorul de apă.

Când se montează mai mult de 2 pompe, pentru 1 sau mai multe rețele, se admite prevederea unei conducte de aspirație - tip colector - prevăzută cu cel puțin 2 sorburi, calculate fiecare pentru întreg debit teoretic în caz de incendiu și astfel realizat încât, în cazul unei avarii la elementele componente, să se asigure funcționarea instalației la parametrii proiectați.

Refularea, respectiv legarea pompelor la rețelele de distribuție aferente, se face astfel:

- la instalațiile de stingere cu sprinklere, drencere sau apă pulverizată se prevede un distribuitor propriu instalației, separat și independent, alimentat prin minimum 2 conducte, fiecare asigurând debitul maxim necesar. Din acest distribuitor se alimentează instalațiile respective prin 2 conducte, dimensionate fiecare pentru întreg debitul;
- la instalațiile de stingere cu hidranți exteriori, respectiv cu hidranți interiori, se prevede câte 1 conductă proprie de refulare.

Din colector se pot alimenta și autovehicule de intervenție prin intermediul unui racord cu D_n 100 și a unui cămin tip A pentru alimentarea directă a pompelor mobile (STAS 9342).

Instalațiile automate de stingere a incendiului (drencere, sprinklere, apă pulverizată) vor avea asigurate debitele și presiunile de stingere pe tot timpul teoretic de intervenție prin stații de ridicare a presiunii, cu alimentare din 2 surse de energie (normală și de rezervă) și rezerva necesară de apă.

La instalațiile de pompare cu recipiente hidropneumatice de incendiu se prevăd 2 compresoare.

Compressoarele pentru instalații de sprinklere din sistemele de aer-apă trebuie să asigure umplerea cu aer a instalației în maximum 20 min.

Compressoarele pentru instalația de incendiu se prevăd cu acționare manuală și cu semnalizare a scăderii presiunii aerului. Se interzice acționarea automată a compresoarelor.

În cazurile când este obligatorie și nu se poate asigura a 2-a sursă de energie electrică (de rezervă), se montează pompe fixe cu motor cu ardere internă, cu pornire automată. Se admite, de asemenea, folosirea în acest scop a pompelor cu abur (în cazul când este asigurată alimentarea lor permanentă printr-o conductă separată, direct de la sursă).

Pompele pot fi acționate automat sau manual. În cazul în care pompele sunt acționate automat, se prevede, în mod obligatoriu, și acționarea manuală. Oprirea pompelor, în toate cazurile se face manu-

al, din stația de pompare. Se admite oprirea automată în cazul lipsei de apă.

Pompele de incendiu cu pornire automată care servesc numai rețelele de hidranți exteriori se prevăd și cu dispozitive (butoane marcate corespunzător), care să permită acționarea lor cel mai târziu în 5 min de la darea semnalului de alarmă.

Timpul admis pentru manevrarea a maximum 2 robinete care permit utilizarea rezervei de incendiu din rezervoarele de acumulare pentru funcționarea hidranților este de asemenea de 5 min.

Acționarea pompelor destinate alimentării rețelelor de hidranți apă-aer se face prin butoane, amplasate la fiecare hidrant, care acționează și electrovana care delimitează rețeaua de apă de cea cu aer.

Instalațiile de incendiu independente (separate), prevăzute cu pompe cu pornire automată, se echipează și cu pompe pilot pentru debite mici, care să asigure acoperirea eventualelor pierderi din rețea și menținerea presiunii în instalație.

Pompele de incendiu care alimentează rețelele separate vor avea asigurată pornirea automată sau prin comandă din stația de pornire din casa pompelor și de la fiecare hidrant, iar oprirea se face din stațiile de pompare, prin acționare manuală, la terminarea incendiului.

Oprirea pompelor se face manual, din stațiile de pompare, la terminarea incendiului.

Pentru acționarea pompelor de incendiu, care lucrează independent de presiunea din hidrofor, se prevăd butoane de pornire din casa pompelor și de la fiecare hidrant, iar oprirea se face din stațiile de pompare, prin acționare manuală, la terminarea incendiului.

Se admite oprirea automată în cazul lipsei de apă.

Pompele de incendiu se montează astfel încât nivelul rezervei de apă pentru incendiu să fie mai sus decât partea superioară a corpului pompei (pompa înecată).

Conductele de legătură între pompă și rezervor nu se montează deasupra nivelului rezervei de incendiu. Fac excepție pompele prevăzute cu sisteme de amorsare avizate de organele abilitate, care se montează conform indicațiilor producătorului.

Pentru încercarea periodică a pompelor de incendiu se recomandă asigurarea posibilității întoarcerii apei în rezervor.

Aparatele de automatizare și comandă, precum și tablourile electrice se protejează împotriva umidității, fie prin amplasarea în încăperi uscate la temperatura indicată de producător, fie prin montarea în cutii (dulapuri) capsulate.

Stațiile de pompare pentru apa de incendiu pot fi instalate în clădiri independente sau pot fi înglobate în clădiri civile sau industriale din categoriile C, D și E de pericol de incendiu sau alipite de acestea.

Încăperile stațiilor de pompare, înglobate sau alipite clădirilor cu alte destinații, se separă de restul clădirii prin pereți cu rezistența la foc de cel puțin 3 h și planșee cu o rezistență la foc de 1 h și 30 min, având acces direct din exterior. Se admite și comunicarea cu coridorul comun, printr-o ușă având limita de rezistență la foc de 1 h și 30 min.

Clădirile independente ale stațiilor de pompare vor fi de gradul I – II de rezistență la foc, iar în cazul în care există numai o pompă de incendiu, ele pot fi de gradul III de rezistență la foc.

Încăperile în care se găsesc pompele de incendiu se prevăd cu legătură telefonică cu serviciul propriu de pompieri, atunci când debitul de incendiu interior și exterior este mai mare de 20 l/s.

Indiferent de debit, încăperea stației de pompare se prevede și cu iluminat de siguranță pentru intervenții.

În stații se afișează instrucțiunile și schema de funcționare.

Echipamentul de rezervă (exclusiv pompa de rezervă) pentru ridicarea presiunii și asigurarea debitului de apă se montează într-o încăpere separată de cea a echipamentului normal, zidul de separare având o rezistență la foc de minimum 2 h.

În pereții de separare se pot prevedea uși de comunicare rezistente la foc de 1 h și 30 min. Similar se amplasează și separă și grupurile electrogene.

2.8.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se alege pompa pentru o instalație de hidrofor, cunoscând următoarele date: debitul de calcul $q_c = 16$ l/s; sarcina hidrodinamică necesară $H_{nec} = 292,3$ kPa; înălțimile geodezice de pompare a apei, la momentele pornirii, respectiv opririi pompei, $H_{gp} = -1,5$ m, respectiv $-14,71$ kPa, $H_{go} = -1,05$ m respectiv $-10,3$ kPa; pierderile totale de sarcină pe conducta de pompare a apei $h_{rp} \dots h_{ro} = h_r = 8,83$ kPa. Se va alege o pompă GRUNDFOS. Pompa aspiră apa dintr-un rezervor tampon deschis.

Rezolvare. Se determină înălțimile de pompare la pornirea pompei, H_{gp} și la oprirea pompei, aplicând relațiile 2.8.44 și 2.8.45 considerând:

$$\begin{aligned} H_p &\geq H_{nec}, H_p = 294,3 \text{ kPa}, \\ \Delta H &= H_o - H_p = 98,1 \text{ kPa} \\ H_o &= H_p + 101,3 = 294,3 + 101,3 = 395,6 \text{ kPa}; \\ H_a &= 0 \text{ kPa} \\ H_{gp} &= H_p + |H_{gp}| + h_{rp} - H_a = 294,3 - 14,71 + 8,83 - 0 = 288,42 \text{ kPa} \\ H_{go} &= H_o + |H_{go}| + h_{ro} - H_a = 395,6 - 10,3 + 8,83 - 0 = 394,13 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Debitul de calcul al pompei este $q_p = q_c = 16$ l/s = $57,6$ m³/h.

Din catalogul de pompe al firmei GRUNDFOS se alege pompa tip LPD 100-100 (fig. 2.8.25), având diametrul rotorului 164 mm.

Din punctele deordonate $H_{gp} = 288,42$ kPa și $H_{go} = 394,13$ kPa se duc paralele la axa absciselor și la intersecția cu curba de sarcină a pompei se determină punctele de funcționare ale instalației, care au abscisele (debitele): $Q_{gp} = 74$ m³/h; $Q_{go} = 40$ m³/h.

Debitul mediu pompat este: $Q_p = (Q_{gp} + Q_{go})/2 = (74 + 40)/2 = 57$ m³/h.

Exemplul de calcul 2. Se determină volumul necesar, tipul și numărul recipientelor de hidrofor pentru instalația de pompare ale cărei date de calcul sunt cele din exemplul 1.

Rezolvare. Volumul necesar al recipientelor de hidrofor se calculează cu relația 2.8.48, în care: $Q_p = 57$ m³/h; $H_o = 294,3$ kPa; $H_a = 395,6$ kPa; $H_i = H_p - 14,71 = 294,3 - 14,71 = 279,58$ kPa, iar numărul de porniri/opriri pe oră ale pompei (frecvența) se alege $n = 12$ h⁻¹. Rezultă:

$$\begin{aligned} V_{nri} &= 1,1 \frac{Q_p (H_o + 101,3)(H_p + 101,3)}{4n (H_o - H_p)(H_i + 101,3)} = \\ &= 1,1 \frac{57 (395,6 + 101,3)(294,3 + 101,3)}{4 \cdot 12 (395,6 - 294,3)(279,58 + 101,3)} = \\ &= 6,66 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Din tabelul 2.8.2 se aleg două recipiente de hidrofor, de construcție standardizată, având fiecare un volum de 3150 l (respectiv 3,15 m³), volumul total efectiv fiind $V_{RHF} = 6,30$ m³.

Exemplul de calcul 3. Se determină volumul necesar și dimensiunile rezervorului tampon deschis pentru instalația de hidrofor ale cărei date de calcul sunt redate în exemplele 1 și 2. Diametrul conductei de alimentare cu apă a rezervorului tampon deschis este $D_i = 139,7$ mm, iar viteza medie a apei în această con-

ductă este $v = 1,20$ m/s. Considerând aceeași valoare a vitezei apei la trecerea prin robinetul cu plutitor, $v_r = v = 1,20$ m/s, se determină diametrul robinetelor cu plutitor alegând $N = 4$ robinete. Cunoscând că presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor este $h_u = 41,2$ kPa și coeficientul de debit $m = 0,68$ se verifică condiția bunei funcționări a instalației de hidrofor.

Rezolvare. Aplicând formula 2.8.51, în care $Q_p = 16$ l/s, volumul rezervorului tampon deschis va fi:

$$V_{RHD} = 150(10 + Q_p) = 150(10 + 16) = 3900 \text{ l}.$$

Din tabelul 2.8.3 se alege un rezervor tampon deschis, de formă paralelipipedică model A tip III, cu capacitatea nominală de 4000 l și dimensiunile 2000x2000x1000 mm.

Diametrul d_1 al robinetelor cu plutitor se determină aplicând formula (2.7.12):

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p}{3,14 \cdot v_r}}$$

$$\begin{aligned} q_p &= \frac{Q_p}{N - 1} = \frac{16}{4 - 1} = 5,33 \text{ l/s} = \\ &= 0,00533 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

un robinet se consideră defect

$d_1 = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm}$; se alege $d_1 = 88,9 \text{ mm}$ cu $d_{int} = 80,1 \text{ mm}$

Din relațiile 2.8.52 și 2.8.53 se calculează:

$$\begin{aligned} q_p(N - 1) &= (N - 1) \mu \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{2h_u} = \\ &= 3 \times 0,68 \frac{3,14 \times 0,08^2}{4} \sqrt{2 \times 41,2} = \\ &= 0,093 \text{ m}^3/\text{s} = 93 \text{ l/s} \end{aligned}$$

întrucât $Q_p = 16$ l/s, relația 2.8.53 este îndeplinită $Q_p < q_p$.

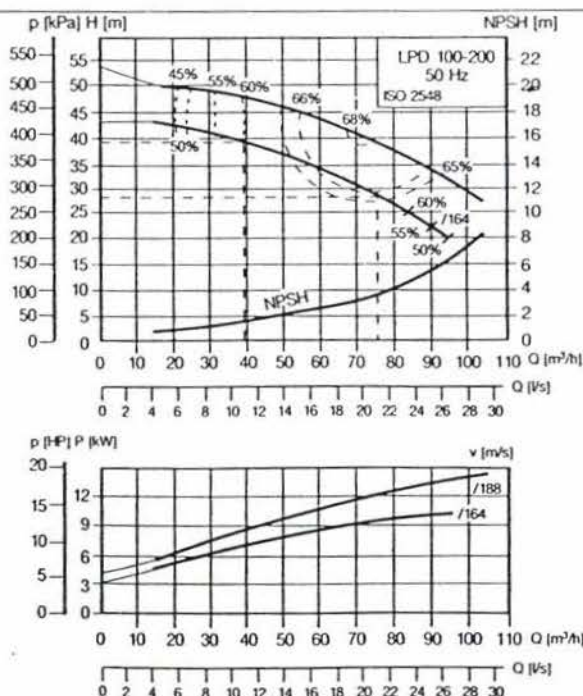


Fig. 2.8.25. Curbele caracteristice de debit, presiune și putere pentru pompa Grundfos LPD 100-200.

2.9. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum

2.9.1. Soluții constructive și scheme de instalații

2.9.1.1 Elemente de bază pentru adoptarea soluțiilor constructive și schemelor de instalații

La adoptarea soluțiilor constructive de instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum se ține seama de următoarele elemente:

- necesarul specific de apă caldă de consum și durata efectivă a perioadei de consum [h], în funcție de destinațiile clădirilor;
- mărimea și variația în timp a debitului;
- temperaturile minime necesare și, respectiv, maximă admisă ale apei calde de consum;
- sursa de căldură pentru producerea agentului termic primar care poate fi: apă caldă din sistemul de încălzire centrală; apă fierbinte din rețeaua de termoficare; apă încălzită într-un circuit solar; apă geotermală; apă încălzită cu pompa de căldură; agenți termici (apă caldă, abur sau condensat) proveniți din procese tehnologice industriale; apă încălzită cu recuperatoare de căldură (tuburi termice, recuperatoare de căldură din gazele de ardere etc.);
- variația în timp a debitului de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar);
- tipurile aparatelor folosite pentru prepararea apei calde de consum, care, pe lângă deosebirile constructive și dimensionale pot fi: cu acumulare (cu stocarea energiei termice în apa caldă de consum), cum sunt boilerelor (orizontale sau verticale) sau fără acumulare, cum sunt schimbătoarele de căldură recuperative, cu circulația agenților termici în contracurent

(în cazul utilizării apei calde sau apei fierbinți ca agenți termici primari).

Temperatura minimă necesară de utilizare a apei calde de consum este cuprinsă între 38 și 45 °C iar temperatura maximă de 55...60 °C. Este evident că dacă aparatele din instalație produc permanent apă caldă de consum cu debitele și presiunile necesare și cu temperatura mai mare sau cel puțin egală cu temperatura minimă de utilizare, nu este necesară acumularea apei calde. Dacă însă debitul de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar) este mai mic decât debitul maxim orar de căldură necesar pentru prepararea apei calde de consum sau dacă există variații sau întreruperi în alimentarea cu căldură de către agentul termic primar, atunci este necesară acumularea apei calde de consum.

2.9.1.2 Instalații centrale de prepararea apei calde de consum, în sisteme cu acumulare

- Instalații pentru prepararea apei calde de consum cu boiler montate în paralel

Schema de funcționare a instalației este prezentată în figura 2.9.1.

Utilizarea boilerelor pentru prepararea apei calde de consum se preconizează când consumul este neuniform în timp, fiind concentrat în anumite ore din timpul zilei.

Boilerul este un rezervor cilindric orizontal sau vertical în interiorul căruia este montată o serpentină prin care circula agentul termic primar, care cedează căldura apei calde de consum.

Agenții termici încălzitori utilizați pot fi: apa caldă din sistemul de încălzire, apa fierbinte, aburul (de presiune joasă). De regulă, în centralele termice ale ansamblurilor de clădiri de locuit se utilizează,

ca agent termic primar, apa caldă pentru încălzire, iar în clădiri industriale se poate utiliza apa caldă, apă fierbinte sau abur.

În cazul ansamblurilor de clădiri de locuit, boilerelor se montează în centrala termică și sunt legate în paralel atât pe circuitul agentului termic primar cât și pe circuitul apei calde de consum. Circulația agentului termic primar (apă caldă pentru încălzire) prin interiorul serpentinelor boilerului, se poate face prin gravitație, datorită presiunii termice, în care caz boilerelor se montează la o anumită înălțime deasupra cazanelor, sau cu pompe (circulație forțată) în acest caz boilerelor fiind montate pe postamente de susținere amplasate pe pardoseala centralei termice.

Analiza regimurilor de funcționare ale instalației se bazează pe bilanțul termic global al boilerului:

$$Q_s = Q_c + |Q_d| \quad [J] \quad (2.9.1)$$

în care:

- Q_s este cantitatea totală de căldură cedată de agentul termic primar într-un interval de timp dat t [J]; Q_s este debitul de căldură cedat de agentul termic [W];
- Q_c - cantitatea de căldură preluată de apa caldă consumată din instalație la punctele de utilizare, în același interval de timp t [J]; Q_c este debitul de căldură preluat de debitul de apă caldă de consum [W];
- $|Q_d|$ - cantitatea de căldură transmisă masei de apă stocată în boiler, în același interval de timp t [J];

Din relația 2.9.1 rezultă:

- dacă $Q_c = Q_d(t) = 0$, când nu există consum de apă caldă din instalație, rezultă: $Q_s = Q_d$ (2.9.2)

în care $|Q_d| = Q_s$ și boilerul funcționează în regim de acumulare pe un interval de timp t_a în care întregul debit de căldură Q_s [W] cedat de agentul termic primar (de sursă) este preluat de masa de apă din boiler, care se încălzește continuu, mărindu-și energia internă, având loc un proces de stratificare termică, până când întreaga masă de apă din boiler atinge temperatura de 55...60 °C. Menținerea practic constantă a acestei temperaturi se obține cu ajutorul unui sistem de reglare automată, compus dintr-un termostaț care comandă direct sau printr-un releu intermediar, un ventil cu 3 căi cu motor electric care reglează debitul de agent termic primar (fig. 2.9.1) în cazul când aceasta este apa caldă de încălzire sau apa fierbinte. Dacă agentul primar este aburul, se utilizează un ventil cu 2 căi cu motor electric, reglându-se debitul de abur;

- la începerea perioadei de consum, când $0 < Q_c < Q_{cmax,orar}$ din boiler se furnizează apa caldă, $|Q_d| = Q_s$ și relația 2.9.1 de bilanț termic global devine:

$$Q_s = Q_c + Q_d \quad (2.9.3)$$

boilerul funcționând în regim de recuperare-acumulare pe un interval de

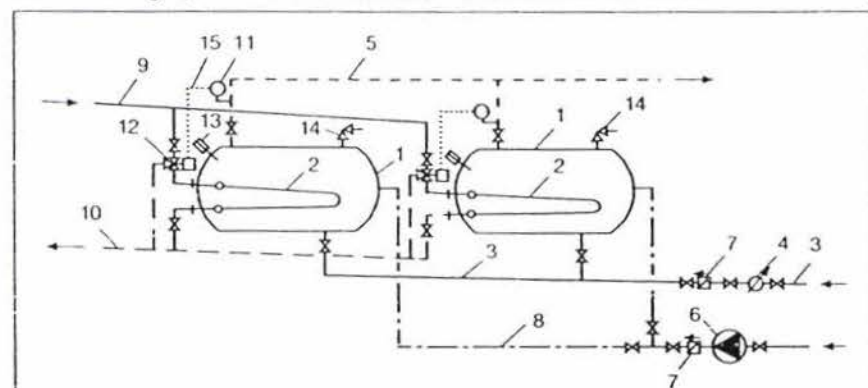


Fig. 2.9.1. Instalația pentru prepararea apei calde de consum folosind schimbătoare de căldură cu acumulare (boilere) montate în paralel:

- 1 - boiler; 2 - serpentina boilerului; 3 - conductă de alimentare cu apă rece; 4 - apometru; 5 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 6 - pomă pentru circulația apei calde; 7 - clapetă de reținere; 8 - conductă de circulație a apei calde; 9 - conductă de ducere a apei calde pentru încălzire; 10 - conductă de întoarcere a apei calde pentru încălzire; 11 - termostaț; 12 - ventil cu trei căi, acționat cu motor electric; 13 - termometru; 14 - ventil de siguranță; 15 - circuit electric.

timp t_a :

- la atingerea valorii debitului maxim orar de apă caldă consumată la punctele de utilizare, debitul de căldură $\dot{Q}_c(t)$ va deveni $\dot{Q}_{cmax}$ și $\dot{Q}_a=0$, astfel că bilanțul termic global va fi:

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_c \quad [J] \text{ sau } \dot{Q}_s = \dot{Q}_c \quad [W] \quad (2.9.4)$$

și boilerul va funcționa pe un interval de timp t în regim de recuperare;

- când debitul de apă caldă consumată începe să scadă $\dot{Q}_c(t) < \dot{Q}_{cmax,orar}$, o parte din debitul de căldură $\dot{Q}_s$ este transmis masei de apă din boiler pentru acumulare, astfel că $\dot{Q}_a = \dot{Q}_s$, bilanțul termic global devenind:

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_c + \dot{Q}_a \quad (2.9.5)$$

și boilerul va funcționa în regim de acumulare-recuperare pe un interval de timp t_a . În momentul întreruperii consumului de apă caldă, $\dot{Q}_c(t)=0$ și boilerul intră din nou în regim de acumulare, bilanțul termic global fiind dat de relația 2.9.2.

• **Instalația pentru prepararea apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentine de încălzire) pentru stocarea energiei termice în apa caldă de consum**

Aparatul în contracurent și rezervorul de acumulare sunt montate în paralel (fig. 2.9.2), circulația apei prin aceste aparate fiind asigurată de o pompă. Debitul G de apă caldă distribuite în rețea și consumate la punctele de utilizare (armăturile obiectelor sanitare) sunt variabile în timp, $G=G(t)$ și anume $0 \leq G(t) \leq G_{max,orar}$ în funcție de programul zilnic de furnizare a apei calde de consum, în care $G_{max,orar}=q_c$ este debitul maxim orar calculat cu relațiile 2.4.3 și 2.4.4. În consecință, prin rezervorul de stocare va circula un debit variabil de apă G_2 (fig. 2.9.2)

în funcție de variația debitului $G=G(t)$ și al cărui sens de circulație prin rezervor (de la a la b sau de la b la a) depinde de valoarea sarcinii hidrodinamice H_a a apei reci în punctul a, de valoare cunoscută.

Considerând sensul pozitiv al debitului G_2 când curentul de apă circulă prin rezervorul de stocare de la b la a, rezultă:

$$|G_2| = -G_{2max} = G_1 \text{ când } G(t)=0, \text{ respectiv}$$

$$H_b > H_a \text{ sau } H_b - H_a = \Delta H$$

$$|G_2| = -G_2 = G_1 - G(t) \text{ când } G(t) < G_1, \text{ respectiv}$$

$$H_b > H_a \text{ sau } H_b - H_a > 0$$

$$|G_2| = 0 = G_1 - G(t) \text{ când } G(t) = G_1, \text{ respectiv}$$

$$H_b = H_a \text{ sau } H_b - H_a = 0;$$

$$|G_2| = G_2 = G(t) - G_1 \text{ când } G(t) > G_1, \text{ respectiv}$$

$$H_b < H_a \text{ sau } H_b - H_a < 0$$

$$G_{2max} = G(t)_{max} - G_{1max}, \text{ când } G(t) = q_c,$$

$$\text{respectiv } H_a > H_b \text{ sau } H_a - H_b = \Delta H_{max}$$

$$(2.9.6)$$

În figurile 2.9.3a, b și c sunt prezentate graficele energetice ale instalației față de un plan de referință (PR) unic admis, planul de sarcină (PS) H_a fiind menținut același în cele trei situații redată prin condițiile 2.9.6. Se observă că în cazul $H_b > H_a$ când $0 < G(t) < G_1$ instalația funcționează în regim de acumulare (sau de stocare a energiei termice) și de consum $G_1 - G(t) = -G_2$. În cazul $H_b < H_a$ când $G(t) > G_1$ instalația funcționează în regim de furnizare a energiei termice prin schimbătorul de căldură și din stoc prin debitele de apă caldă preluate din rezervor; la limită, când $G(t) = G_{max,orar} = q_c$ din rezervor se preia debitul maxim G_{2max} de apă de consum. În cazul $H_b = H_a$ prin rezervor nu circulă apă ($G_2=0$) și instalația funcționează în regim fără stocare și fără consum de energie termică din stoc.

Sistemul de ecuații care descrie funcționarea instalației este următorul:

$$H(G) = H_b - H_a + M_1 G^2 \quad (2.9.7)$$

$$|H_b - H_a| = M_2 G_2^2 \quad (2.9.8)$$

$$G = G_1 + |G_2| \quad (2.9.9)$$

în care $H(G)$ este înălțimea de pompare a pompei de circulație montată între rezervorul de acumulare și schimbătorul de căldură.

Rezolvând sistemul de ecuații 2.9.7, 2.9.8 și 2.9.9 se obține expresia înălțimii de pompare $H(G)$ ca funcție de debitul de apă caldă de consum $H(G)$:

$$H(G) = M_1 \left[G - \sqrt{H_b - H_a} \left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} - \frac{1}{\sqrt{M_2}} \right) \right]^2$$

$$\left[G - \sqrt{H_b - H_a} \left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} - \frac{1}{\sqrt{M_2}} \right) \right]^2 \quad (2.9.10)$$

Pentru explicitarea modului $|H_b - H_a|$ se folosește relația 2.9.8.

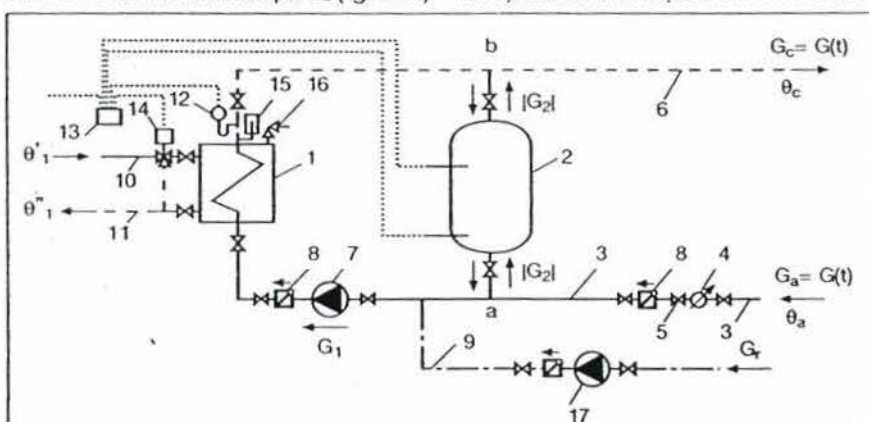


Fig. 2.9.2. Instalație pentru prepararea apei calde de consum utilizând schimbătoare de căldură în contracurent și rezervoare fără serpentină pentru acumularea apei calde:

1 - schimbător de căldură în contracurent; 2 - rezervor de acumulare a apei calde de consum (fără serpentină); 3 - conductă de alimentare cu apă rece; 4 - apometru; 5 - robinet; 6 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 7 - pompă pentru circulația apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de ducere a apei calde pentru încălzire; 11 - conductă de întoarcere a apei calde pentru încălzire; 12 - termostat; 13 - releu electronic intermediar; 14 - ventil cu 3 căi, acționat cu motor electric; 15 - termometru; 16 - ventilul de siguranță; 17 - pompă de circulație a apei calde.

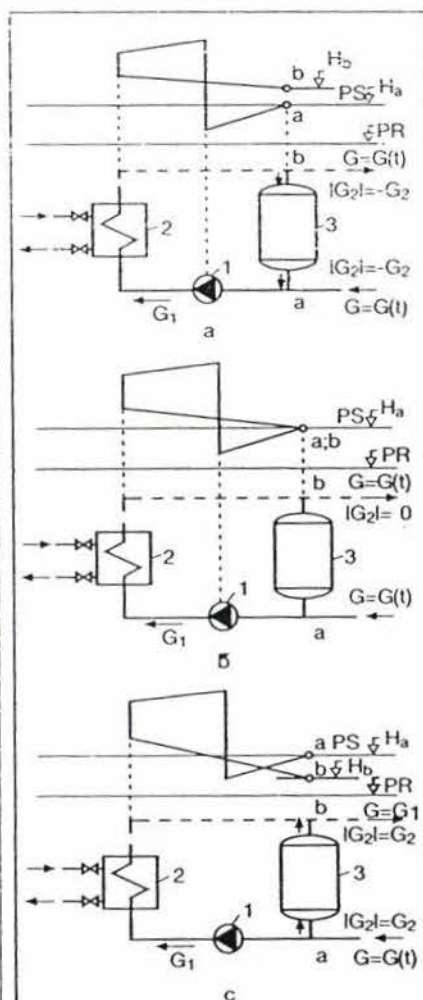


Fig. 2.9.3. Graficele energetice ale instalației pentru prepararea apei calde de consum folosind aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentină de încălzire) pentru stocarea apei calde:

a - cazul $G(t) < G_1$; b - cazul $G(t) = G_1$;

c - cazul $G(t) > G_1$;

1 - pompă de circulație a apei calde; 2 - schimbător de căldură în contracurent; 3 - rezervor.

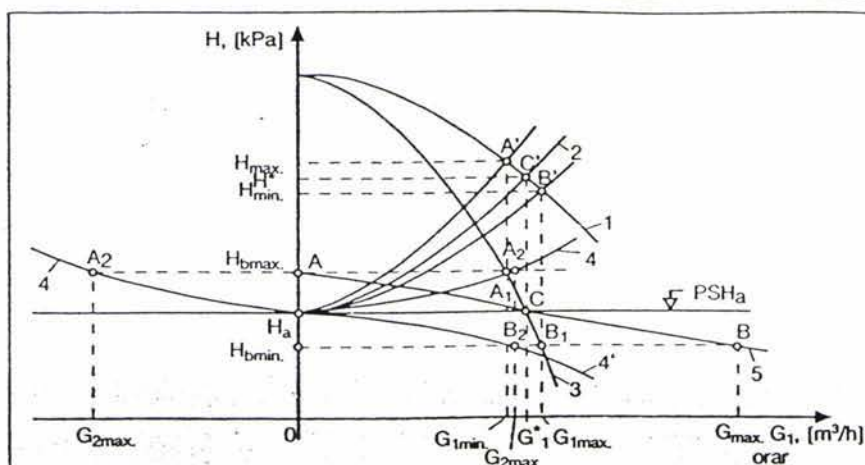


Fig. 2.9.4. Determinarea punctelor de funcționare a instalației pentru prepararea apei calde de consum cu schimbător de căldură în contracurent și rezervor de acumulare fără serpentină (fig. 2.9.3):

1 - curba caracteristică Q-H, a pompei; 2 - curba caracteristică Q-H, a rețelei; 3 - curba rezultată din scăderea ordonatelor curbei 2 din curba 1; 4 - curba caracteristică Q-H, a rețelei la circulația apei de la b la a; 4' - curba caracteristică Q-H, a rețelei la circulația apei de la a la b; 5 - curba caracteristică Q-H, pentru circulația prin schimbătorul de căldură și prin rezervorul de acumulare de la a la b.

Determinarea grafică a punctelor de funcționare ale instalației este redată în figura 2.9.4.

În condițiile regimului de stocare maximă a energiei termice, când $G=G(t)=0$, se obține înălțimea maximă de pompare:

$$H_{\max} = (M_1 - M_2) G_1^2 \quad (2.9.11)$$

Dacă $H_b = H_a$ (fig. 2.9.3b) când $G_2 = 0$ rezultă $G(t) = G_1$ și din relația 2.9.10 se obține înălțimea de pompare H până la care are loc regimul de stocare a energiei termice în apa din rezervor:

$$H = M_1 G_1^2 \quad (2.9.12)$$

Debitul maxim $G_{2\max}$ de apă caldă furnizată din stoc se realizează când debitul de apă caldă consumată la

punctele de utilizare atinge valoarea $G = G(t) = G_{\max, \text{orar}} = q_c$; în acest caz, sarcina hidrodinamică H_b are o valoare minimă dată de relația:

$$H_{b\min} \geq H_{\text{nec}} = \max(H_g + H_{\text{ut}} + h_r) \quad (2.9.13)$$

în care H_{nec} este sarcina necesară pentru alimentarea cu apă caldă a instalației interioare, în care h_r este suma

pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă caldă de la punctul b (fig. 2.9.3c) până la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație [kPa].

Înlocuind în relația 2.9.4 valoarea minimă a sarcinii hidrodinamice $H_{b\min}$ dată de relația 2.9.13 și debitul $G = G_{\max, \text{orar}}$ se obține înălțimea minimă de pompare,

$$H_{\min} = H(G_{\max, \text{orar}}).$$

Debitul maxim al pompei va fi:

$$G_{1\max} = G_{\max, \text{orar}} - \sqrt{\frac{H_a - H_{b\min}}{M_2}} \quad (2.9.14)$$

și cunoscând $G_{1\max}$ și $H_{\min}$ se poate alege pompa de circulație, din catalogul de pompe.

2.9.1.3 Instalații centrale de prepararea apei calde de consum, în sisteme fără acumulare

- Instalații pentru prepararea apei calde de consum în schimbător de căldură, cu circulația agenților termici în contracurent, montate într-o treaptă

Se folosesc schimbătoare de căldură cu plăci sau tubulare în contracurent, în care agentul termic primar este, de regulă, apa caldă sau fierbinte din sistemul de încălzire. În cazul folosirii schimbătoarelor de căldură tubulare în contracurent (fig. 2.9.5), apa caldă de consum circulă prin țevi, iar agentul termic primar prin spațiul dintre țevi și mantaua schimbătorului

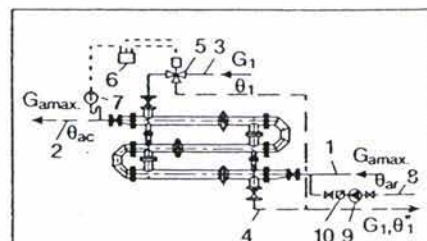


Fig. 2.9.5. Schema instalației de preparare a apei calde de consum folosind schimbător de căldură în contracurent într-o treaptă:

1 - conductă de intrare a apei reci; 2 - conductă de ieșire a apei calde de consum; 3 - conductă de intrare a agentului termic primar; 4 - conductă de ieșire a agentului termic primar; 5 - ventil cu 3 căi, acționat de motor electric; 6 - relee electronic intermediar; 7 - termostat; 8 - conductă de circulație a apei calde de consum; 9 - pompă pentru circulație a apei calde; 10 - clapetă de reținere.

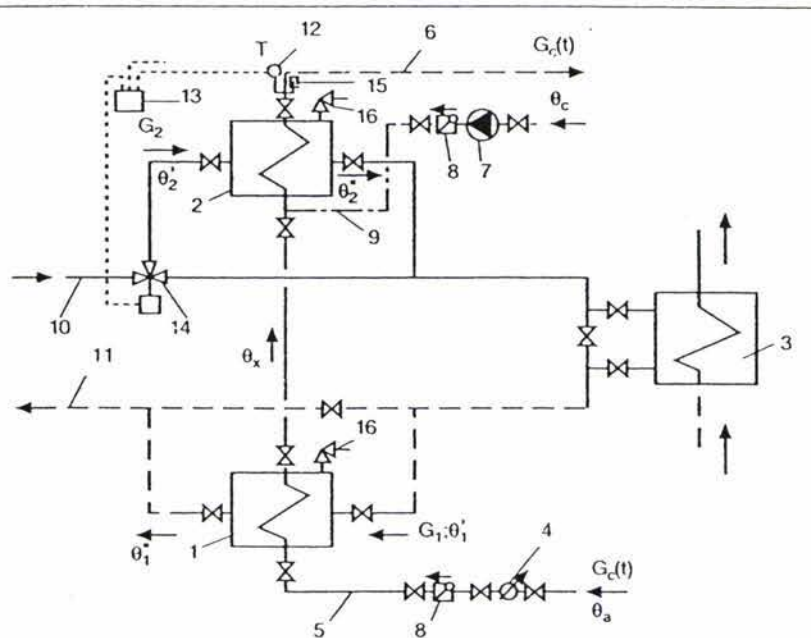


Fig. 2.9.6. Instalația de preparare a apei calde de consum în 2 trepte în serie racordată la rețeaua de termoficare:

1 - schimbător de căldură în contracurent montat în treapta întâia; 2 - idem, în treapta a doua; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - apometru; 5 - conductă de alimentare cu apă rece; 6 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 7 - pompă pentru circulația apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de ducere a apei fierbinți din rețeaua de termoficare; 11 - conductă de întoarcere a apei fierbinți în rețeaua de termoficare; 12 - termostat; 13 - relee electromagnetic; 14 - ventil cu 3 căi, acționat cu motor electric; 15 - termometru; 16 - ventil de siguranță.

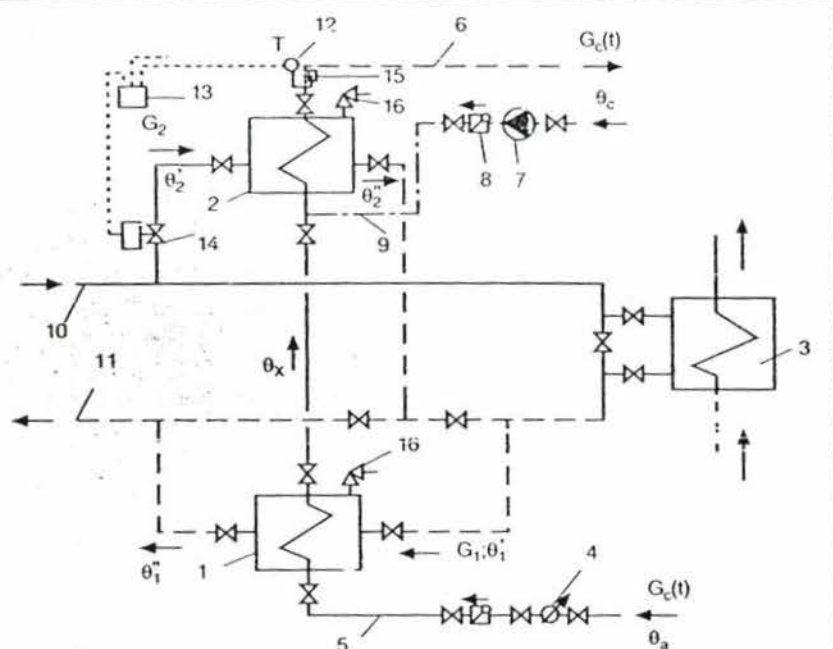


Fig. 2.9.7. Instalația de preparare a apei calde de consum în 2 trepte, serie-paralel, racordate la rețeaua de termoficare:

- schimbător de căldură în contracurent montat în treapta întâi; 2 - idem, în treapta doua; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - apometru; 5 - conductă de alimentare cu apă rece; 6 - conductă de distribuție a apei calde de consum; - pompă pentru circulația apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă de culație a apei calde; 10 - conductă de ducere a apei fierbinți din rețeaua de termoficare; 11 - conductă de întoarcere a apei fierbinți în rețeaua de termoficare; - termostat; 13 - relee electromagnetice; 14 - ventil cu 2 căi, acționat cu motor electric; 15 - termometru; 16 - ventil de siguranță.

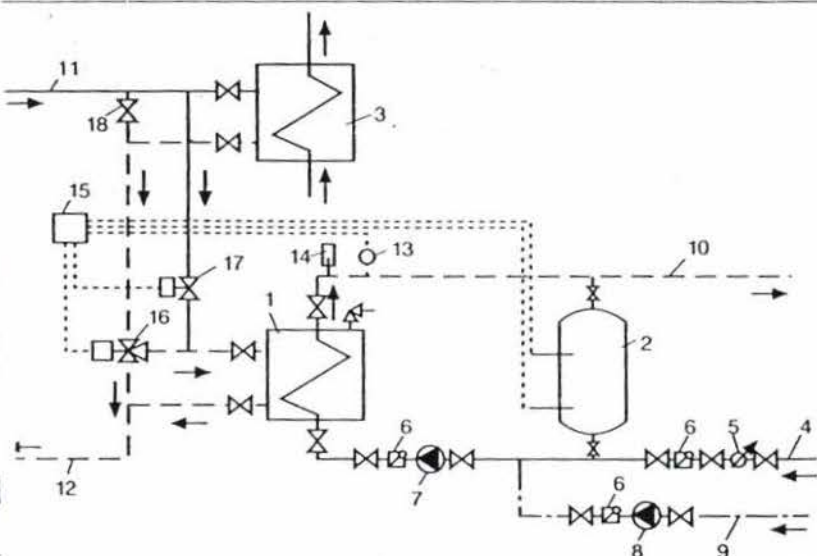


Fig. 2.9.8. Instalație de preparare a apei calde de consum într-o treaptă, în serie și cu injecție:

- schimbător de căldură în contracurent montat în treapta întâi; 2 - rezervor de nulare a apei calde; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - conductă pă rece; 5 - contor; 6 - ventil de reținere; 7 - pompă de circulație între schimbător dăldură și rezervorul de acumulare; 8 - pompă pentru circulația apei calde; onductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de alimentare cu apă caldă; onductă de ducere a apei fierbinți din rețeaua de termoficare; 12 - conductă toarcere a apei fierbinți în rețeaua de termoficare; 13 - termostat; 14 - ter- ietru; 15 - relee electromagnetice; 16 - ventil cu 3 căi, acționat cu motor elec- 17 - ventil cu 2 căi acționate cu motor electric, pe conducte de injecție; 18 inet pe conductă de ocolire a schimbătorului de căldură pentru încălzire pe ada caldă.

de căldură. Pentru reglarea temperaturii apei calde de consum θ_{ac} (fig. 2.9.5) se prevede un termostat care, printr-un releu electronic intermediar, comandă ventilul cu 3 căi cu motor electric montat pe conducta de agent termic primar, realizând reglarea proporțională de debit care restabilește permanent bilanțul termic al schimbătorului de căldură.

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent este prezentat la pct. 2.9.3.5.

• *Instalații pentru prepararea apei calde de consum în 2 trepte, în serie, racordate la rețeaua de termoficare*

În schema de principiu a instalației (fig. 2.9.6), apa rece cu temperatura θ_a pătrunde în schimbătorul de căldură în contracurent montat în treapta întâi (fig. 2.9.6), încălzindu-se până la o temperatură intermediară θ_x astfel că $\theta_a < \theta_x < \theta_c$, în care θ_c este temperatura de utilizare a apei calde de consum, pe seama căldurii cedate de apa caldă preluată din conducta de întoarcere a rețelei de termoficare. În continuare, apa de consum se încălzește de la temperatura θ_x la temperatura θ_c în schimbătorul treptei a doua, în care se utilizează ca agent termic primar o parte de apă fierbinte care circulă prin conducta de ducere a rețelei de termoficare.

Această instalație prezintă avantajul utilizării raționale a căldurii transportate de apa fierbinte prin rețeaua de termoficare. Extrăgând căldura din apa fierbinte din conducta de întoarcere a rețelei de termoficare, se obține în final o îmbunătățire a randamentului centralei electrice de termoficare (CET).

Schema aceasta prezintă însă și o serie de dezavantaje cum sunt: pierderi totale de sarcină, relativ mari, în instalația de apă caldă de consum, din cauza montării în serie a celor 2 schimbătoare de căldură în contracurent; pomparea întregului debit de apă rece prin instalațiile de ridicare a presiunii apei la o presiune de regim mai mare.

Alt dezavantaj al schemei constă în reducerea temperaturii agentului termic pentru încălzire datorită necesarului de căldură pentru treapta a doua.

Pentru exploatarea rațională a instalației se prevede un sistem de reglare automată a temperaturii θ_c de utilizare a apei calde de consum, compus dintr-un termostat, care comandă direct sau printr-un releu electronic intermediar ventilul cu motor electric și 3 căi prin care se reglează debitul de agent termic primar pătruns în treapta a doua (fig. 2.9.6). Pentru recircularea apei calde de consum se prevede o pompă care aspiră apa din instalația interioară și o refulează în schimbătorul treptei a doua.

Calculul termic de alegere a schimbătoarelor de căldură pentru prepararea apei calde de consum montate în cele 2 trepte, este prezentat la pct. 2.9.3.5.

• *Instalații pentru prepararea apei calde de consum în două trepte serie-paralel, racordate la rețeaua de termoficare*

În schema de principiu (fig. 2.9.7), pe partea de apă rece și apă caldă de consum, schema din figura 2.9.7 este identică cu schema 2.9.6.

Diferența dintre cele 2 scheme este pe partea de agent termic, schimbătorul de căldură din treapta a doua fiind complet separat de cel pentru încălzire. În locul ventilului 14 cu 3 căi se utilizează un ventil cu 2 căi, iar conducta de întoarcere a agentului termic la schimbătorul de căldură din treapta a doua se leagă la conducta 11, de întoarcere a apei fierbinți la rețeaua de termoficare.

Treapta a doua nu mai determină reducerea temperaturii agentului termic pentru încălzire, dar necesită un debit suplimentar de agent termic primar.

• *Instalații pentru prepararea apei calde de consum într-o treaptă, în serie cu injecție, racordate la rețeaua de termoficare*

Schema de principiu (fig. 2.9.8) poate fi aplicată cu sau fără acumularea apei calde. Necesitatea acumulării este determinată de raportul dintre debitul mediu zilnic și debitul maxim orar.

Prin aplicarea acestei scheme, se reduce dezavantajul creșterii pierderilor totale de sarcină în instalația de apă caldă de consum datorită treptei a doua.

Injecția de agent primar prin ventilul cu două căi 17, se face numai în zilele de consum maxim și în orele de vârf de consum. Debitul suplimentar de agent termic pentru injecție este același cu debitul de agent termic pentru treapta a doua de la schema serie-paralel (fig. 2.9.7).

Pentru partea de încălzire a schemei, a se vedea datele prezentate în volumul de instalații de încălzire.

2.9.2. Materiale și echipamente pentru instalații centrale de preparare a apei calde de consum

2.9.2.1 Schimbătoare de căldură

• Boilere

Boilerele sunt recipiente metalice, închise (funcționând sub presiune), de formă cilindrică, orizontale sau verticale.

În interiorul boilerului este montată serpentina (sub formă de registru) de încălzire, prin care circulă agentul termic primar.

Boilerele orizontale produse în țară pot fi cu gât (fig. 2.9.9) sau fără gât (fig. 2.9.10) și au capacitățile și dimensiunile standardizate (tab. 2.9.1).

Boilerele verticale (fig. 2.9.11) au capacitățile și dimensiunile redată în tabelul 2.9.2.

• Schimbătoarele de căldură

Pentru prepararea apei calde de consum se folosesc diferite tipuri de schimbătoare

de căldură recuperative (de suprafață) cu plăci și tubulare;

Schimbătoarele de căldură cu plăci se produc de firmele ICPIAF - Cluj și TEHNOFRIG - Cluj.

Firma SCHMIDT-BRETEN produce schimbătoare de căldură cu plăci și garnituri de etanșare importate din Germania, plăcile de presiune, șasiul, flanșele și alte părți componente fiind

produse în țară.

Se importă schimbătoare de căldură cu plăci tip ALFA-LAVAL, CIAT etc.

În figura 2.9.12 se prezintă un schimbător de căldură cu plăci SCHMIDT-BRETEN, iar în tabelul 2.9.3 se găsesc tipurile de schimbător SCHMIDT-BRETEN cu principalele caracteristici.

Aparatele în contracurent (tip ICMA) cu țevi din alamă (fig. 2.9.13a) sunt alcătuite din tronsoane tip (fig. 2.9.13b) având 7, 19, 31, 55 sau 85 țevi din alamă pe tronson. Apa caldă de consum circulă prin

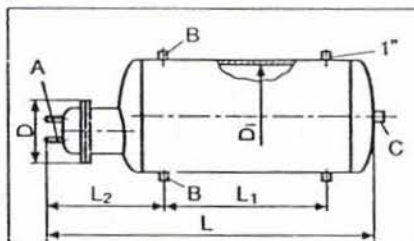


Fig. 2.9.9. Boiler orizontal cu gât, (dimensiuni tab. 2.9.1).

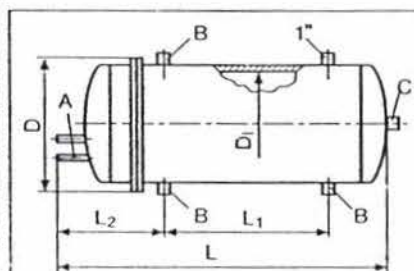


Fig. 2.9.10. Boiler orizontal fără gât, (dimensiuni tab. 2.9.1).

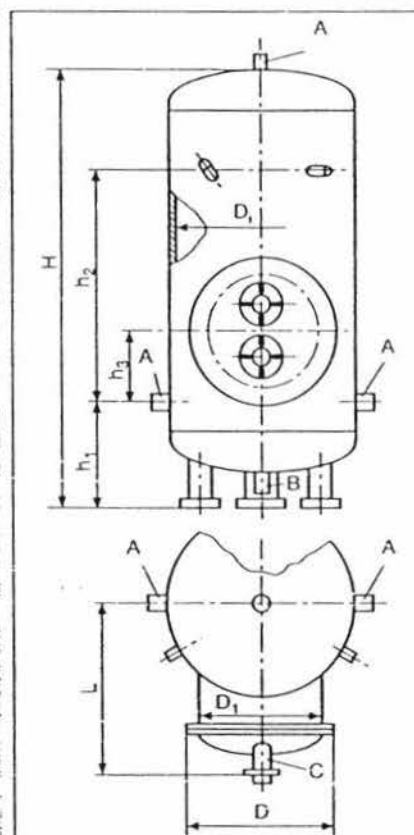


Fig. 2.9.11. Boiler vertical (dimensiuni tab. 2.9.2).

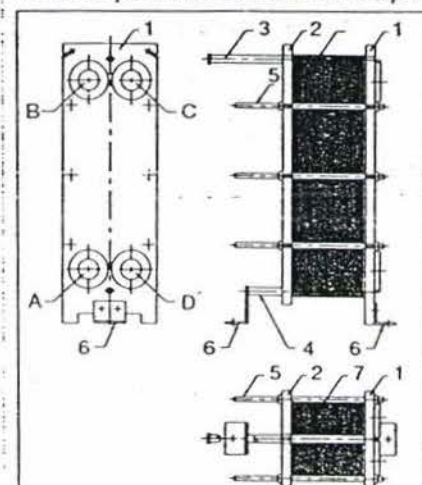


Fig. 2.9.12. Schimbător de căldură cu plăci tip SCHMIDT-BRETEN.

A,B,C,D: racorduri intrare/ieșire agenți termici; 1 - placa frontală (fixă); 2 - placa mobilă; 3 - ghidaj superior; 4 - ghidaj inferior; 5 - tirant; 6 - suport; 7 - pachet plăci.

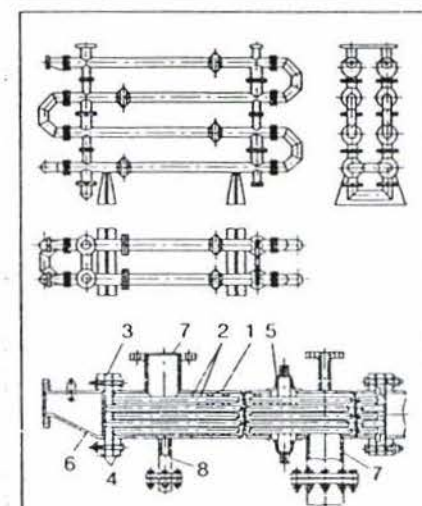


Fig. 2.9.13. Schimbător de căldură tubular cu un detaliu de tronson tip pentru aparat în contracurent:

1 - manta tubulară; 2 - țevi interioare; 3 - placă tubulară; 4 - flanșe; 5 - compensator de dilatare cu racord pentru robinet de aerisire; 6 - racord pentru apă caldă de consum; 7 - racord pentru agentul termic primar; 8 - suport pentru susținere, din țevă.

interiorul tevilor iar agentul termic primar (apa caldă de încălzire sau apa fierbinte) printru tevi

Caracteristicile principale ale aparatelor în contracurent tip ICMA, în S, cu 31 și respectiv 55 de tevi din alamă, sunt date în tabelul 2.9.4.

2.9.2.2 Pompe de circulație a apei calde de consum

Pentru circulația apei calde de consum se folosesc pompe centrifuge monoetajate,

ale căror caracteristici tehnice sunt redată în cataloagele firmelor producătoare de pompe.

Se produc în țară pompe de către AVERSA București și IUPS Botoșani și se importă pompe WILO România, GRUNDFOS.

2.9.2.3 Armături de închidere, reglare, siguranță și control

În instalațiile de distribuție și circulație a apei calde de consum se folosesc

aceleași tipuri de robinete de închidere, reglare, siguranță și control, ca și în instalațiile de distribuție a apei reci.

2.9.3. Calculul instalațiilor centrale de preparare a apei calde de consum

2.9.3.1 Debitul de calcul pentru apa caldă de consum

Necesarul specific de apă caldă de consum, în funcție de destinațiile clădirii

Tabelul 2.9.1. Dimensiunile principale ale boilerelor orizontale

Tabelul 2.9.1. Dimensiunile principale ale boilerelor orizontale												
Tipul boile- rului	Capa- citatea [l]	P _n [bar]	Dimensiunile					Dimensiunile racordurilor			Suprafața de încălzire a registrlui [m²]	Masa [kg]
			[mm]					[in]				
			D _i	D	L	L ₁	L ₂	A	B	C		
I Boilere cu gât	160	10	450	560	1250	600	370	1	1 1/2	1	0,711	123
	250	10	500	630	1480	800	380	1	1 1/2	1	0,890	134
	400	6	600	730	1615	900	410	1 1/2	1 1/2	1	1,220	189
		10										219
	630	6	700	830	1885	1100	435	1 1/2	1 1/2	1	1,170	253
		10										282
II Boilere fără gât	800	6	800	630	2100	1100	623	2	2 1/2	1 1/4	1,750	246
		10			2110							274
	1000	6	800	630	2510	1500	623	2	2 1/2	1 1/4	2,200	289
		10			2525							325
	1600	6	1000	630	2650	1500	709	2 1/2	2 1/2	1 1/4	2,938	430
		10			2675							496
	2000	6	1100	730	2725	1500	739	2 1/2	2 1/2	1 1/4	2,940	470
		10			2740							610
	2500	6	1200	730	2715	1500	806	2 1/2	3	1 1/4	4,400	567
		10			2730							706
	3150	6	1200	730	2715	2100	806	3	3	1 1/2	5,950	713
		10			2730							917
	4000	6	1300	730	3615	2300	836	3	4	2	6,450	800
		10			3640							1130
	5000	6	1400	730	3875	2500	856	3	4	2	7,000	1036
	10			3890							1310	

Observații:

1. Teava elementului încălzitor este 34x3 mm
2. În masa boilerelor este inclusă și masa elementului încălzitor

Tabelul 2.9.2. Dimensiunile principale ale boilerelor verticale

Tabelul 2.9.2. Dimensiunile principale ale boilerelor verticale														
Capacitatea [l]	P _n [bar]	Dimensiunile								Dimensiunile racordurilor			S _r [m²]	Masa [kg]
		[mm]								[in]				
		D _i	D	D ₁	H	h ₁	h ₂	h ₃	L	A	B	C		
800	6	800	590	450	1935	435	710	400	1263	2 1/2	1	2	7,20	380
	10		610						1273				7,23	420
1000	6	800	590	450	2335	445	710	400	1263	2 1/2	1	2	7,20	414
	10		610						1273				7,23	460
1600	6	1000	590	450	3440	495	710	400	1465	2 1/2	1	2 1/2	8,90	551
	10		610						1475				8,92	626
2000	6	1100	590	450	2490	530	710	400	1565	2 1/2	1	2 1/2	9,73	603
	10		610						1575				9,76	760
2500	6	1200	590	450	2540	555	710	400	1665	2 1/2	1	2 1/2	10,57	668
	10		610						1677				10,60	832
3150	6	1200	590	450	3140	555	710	400	1665	3	1	2 1/2	10,57	783
	10		610						1677				10,60	963
4000	6	1300	590	450	3390	580	710	400	1767	4	1	3	11,42	848
	10		610						1777				11,44	1189
5000	6	1400	590	450	3645	605	710	400	1867	4	1	3	12,26	1065
	10		610						1879				12,29	1369

Observații:

S_r=Suprafața maximă a registrelor care se pot monta

(de locuit, social - culturale, administrative și industriale) este dat în tabelul 2.4.26.

Pentru dimensionarea instalației de preparare a apei calde de consum este necesar să se cunoască variația debitului de apă caldă pe durata perioadei de consum (cronograma de consum). Pentru trasarea acesteia se folosesc valorile coeficienților p [%] de variație orară a consumului de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, în procente din consumul zilnic, pentru ansambluri de clădiri de locuit având 10u până la 3000 apartamente date în tabelul 2.9.5. Debitul de calcul pentru apa caldă de consum se stabilește cu relațiile 2.4.3...2.4.8 și cu ajutorul tabelelor 2.4.27 și 2.4.28. Debitul de calcul astfel determinat reprezintă procentul cel mai mare din debitul zilei cu cel mai mare consum (tab. 2.9.5); se consideră valorile procentelor p [%] cu care, multiplicând debitul zilnic se determină variația debitului de apă caldă pentru toate orele din timpul zilei de consum maxim.

2.9.3.2 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Debitul orar de căldură $\dot{Q}_c$ [J/s;W], necesar pentru prepararea apei calde de consum, se calculează cu relația:

$$\dot{Q}_c = G_c \alpha (\theta_c - \theta_a) \quad [\text{J/s;W}] \quad (2.9.15)$$

în care:

- $G_c = q_c$ este debitul de apă caldă de consum [kg/s];
- c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K];
- θ_c - temperatura apei calde de consum la ieșirea din schimbătorul de căldură (boiler sau aparat în contracurent) [°C];
- θ_a - temperatura apei reci la intrarea

în schimbătorul de căldură [°C].

Temperatura de calcul a apei reci θ_a se consideră +5 °C în cazul în care instalația de preparare se dimensionează corespunzător temperaturilor nominale de preparare a apei calde sau fierbinți din sistemul de încălzire centrală (95-75 °C; 135-80 °C sau 120-80 °C) și de +10 °C în cazul în care se consideră temperatura de ducere a apei în rețeaua de termoficare de 70; 65 °C, corespunzător punctului de frângere a graficului de reglare calitativă.

Temperatura de calcul a apei calde de consum θ_c depinde de temperaturile agentului termic primar $\theta_{cp} = 60$ °C dacă agentul termic primar este apă caldă din sistemul de încălzire centrală sau apă fierbinte din rețeaua de termoficare, $\theta_{cp} = 45-50$ °C dacă agentul termic primar este apă încălzită într-un circuit solar etc.; oricare ar fi agentul termic primar, $\theta_{cmin} = 38...45$ °C, care este temperatura minimă de utilizare a apei calde de consum în scopuri menajere.

Correspondența variației debitului $G_c(t)$ de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, se calculează și variația debitului de apă $G_c(t)$ folosind procentele p [%] din tabelul 2.9.5.

2.9.3.3 Calculul termic al boilerului

• Calculul cantității de căldură transmisă apei în regim de acumulare a energiei termice

Pentru calculul cantității de căldură, Q_s [J] transmisă apei în regim de acumulare a energiei termice, se aplică metoda diferențelor valorilor cumulate ale cantităților de căldură Q_s [J] furnizate de sursă (agentul termic primar) respectiv Q_c [J] consumată, pe durata zilei de consum

maxim:

$$|Q_s| = Q_s - Q_c \quad [\text{J}] \quad (2.9.16)$$

și evident, pentru dimensionarea acumulatorilor (boilere sau rezervoare fără serpentină) se consideră valoarea cea mai mare a diferenței respective $|Q_{s,max}|$.

Calculul se poate efectua analitic, ordonându-l sub formă de tabel sau grafic considerând în abscisă timpul [h], iar în ordonată cantitatea de căldură [kJ].

Debitul orar de căldură furnizat de sursă $\dot{Q}_s$ se determină (sau se alege) astfel încât cantitatea de căldură acumulată furnizată de sursă Q_s să fie egală cu cantitatea de căldură cumulată Q_c , necesară încălzirii apei consumată din instalație pe durata de timp t , luată în calcul.

La determinarea cantității de căldură cumulată furnizată de sursă Q_s , se ține seama dacă sursa are funcționare continuă sau intermitentă (după un anumit program). În cazul funcționării continue a sursei, cantitatea de căldură Q_s se reprezintă grafic printr-o dreaptă înclinată al cărei coeficient unghiular este numeric egal cu debitul de agent termic primar. La un coeficient unghiular mai mic corespunde o acumulare mai mare și invers.

• Calculul volumului necesar și alegerea boilerelor

Volumul necesar al boilerelor V se calculează cu relația:

$$V = \frac{|Q_s|_{max}}{c p (\theta_{cmax} - \theta_{cmin})} \quad [\text{m}^3] \quad (2.9.17)$$

în care:

- $|Q_s|_{max}$ este cantitatea de căldură transmisă apei stocate în boiler [J] pe durata unei zile de consum maxim;
- c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K];

Tabelul 2.9.3. Caracteristicile principale ale schimbătoarelor de căldură cu plăci SCHMIDT-BRETTEEN, pentru apă caldă de consum

TIPURI CONSTRUCTIVE				
Schimbătoare cu plăci și garnituri standard: T_{max} 160 °C; P_{max} 25 bar				
Seria	Tip placă	Suprafața min./max pe schimbător [m ²]	Coef. transfer min./max. [W/m ² K]	Dimensiuni $L_{max}/B/H$ [mm]
7	SIGMA 7	0,236/5,605	1500-7000	665/210/730
	SIGMA 9	0,368/12,696	1500-7000	915/210/954
	SIGMA 17	0,534/10,947	1500-7000	870/290/1077
	SIGMA 27	1,718/40,507	1500-7000	875/400/1261
	SIGMA 37	2,415/56,580	1500-7000	1435/460/1585
	SIGMA 66	7,205/120,520	1500-7000	1755/650/2010
X	SIGMA 85	9,790/163,760	1500-700	2018/650/2417
	SIGMA X13	0,480/18,000	2500-10,000	1132/330/890
	SIGMA X19	1,330/45,600	2500-10,000	1375/380/1107
	SIGMA X29	2,030/68,150	2500-10,000	1395/545/1390
WP	SIGMA X49	2,870/95,120	2500-10,000	1400/540/1470
	Schimbătoare cu plăci brazate: T_{min}/T_{max} 100/195 °C; P_{max} 25 bar			
	WP1	0,11/0,36	1500-8000	84/73/203
	WP2	0,13/0,72	1500-8000	132/89/230
	WP22	0,14/0,58	1500-8000	84/89/325
	WP3	0,14/0,74	1500-8000	132/124/171
	WP4	0,23/3,28	1500-8000	252/124/332
	WP5	0,39/5,52	1500-8000	252/124/529
	WP7L	2,43/19,98	1500-8000	372/269/529

- ρ - densitatea apei din boiler [kg/m³];
 - $\theta_{c \max}$ - temperatura maximă admisă a apei calde în boiler ($\theta_{c \max}=60^\circ\text{C}$)
 - θ_a - temperatura minimă a apei calde din boiler ($\theta_{c \min}=38\ldots45^\circ\text{C}$).

Volumul necesar al boilerelor se poate determina și pe cale grafică, folosind nomograma din figura 2.9.14 trasată pe baza ecuației de bilanț termic global al boilerului, considerând următoarele:

- agentul termic primar este apa caldă pentru încălzire, având temperaturile $95/75^\circ\text{C}$ și poate încălzi în timp de 2 h întregul volum de apă din boiler, de la temperatura de $+10^\circ\text{C}$ la $+60^\circ\text{C}$;
- coeficientul global de transmitere a căldurii k , de la agentul termic primar la apa de consum, prin serpentina boilerului, are o variație neglijabilă în funcție de variația temperaturii și a debitului de apă;
- se neglijează efectul stratificării termice a apei din boiler.

Cu aceste ipoteze simplificatoare, diagrama din figura 2.9.14 se folosește astfel: se intră pe ordonată cu suma debitelor specifice $\sum nq_s$ pentru ansamblul de clădiri considerat și se duce o paralelă la curba $Q_s=f(\dot{Q}_s)$, până la intersecția cu curba $Q_{\max \text{ boiler}}$ (punctul A); pe axa absciselor se citește volumul necesar al boilerului notat cu V_{boiler} , iar pe axa ordonatelor debitul de căldură furnizat de sursă $\dot{Q}_s=Q_{\text{inst}}$, respectiv cedat prin serpentina boilerului, apei calde de consum.

Boilerele se aleg din tabelele 2.9.1 sau 2.9.2 cunoscând volumul necesar rezultat din calcul.

• **Variația temperaturii apei calde din boiler**

În general, se consideră că temperatura minimă admisă a apei calde din boiler este egală cu temperatura minimă admisă pentru consum și anume $\theta_{c \min}=38\ldots45^\circ\text{C}$.

În baza ipotezelor simplificatoare menționate la pct. b, temperatura apei calde din boiler, θ_c , se calculează cu relația:

$$\theta_c = \theta_{c \min} + \frac{|Q_s|}{c_p V} \quad [^\circ\text{C}] \quad (2.9.18)$$

în care: $|Q_s|$ se determină pentru 1h în perioada de consum; $Q_{c \min}=+38^\circ\text{C}$, iar celelalte mărimi au semnificațiile cunoscute.

În figura 2.9.15 sunt reprezentate diagramele de variație $\theta=\theta(t)$ și, la un moment t , legătura cu diagrama $\theta=\theta(S)$ în care: θ_i este temperatura agentului termic primar la intrarea în serpentina boilerului; θ_f și θ_{fi} temperaturile inițială, respectiv finală ale agentului termic primar la ieșirea din serpentina boilerului iar θ temperatura apei calde de consum din boiler, la momentul t . Dacă în locul diferenței medii logaritmice de temperaturi $(\Delta\theta)_m$ se consideră $\Delta\theta=\theta_m-\theta$ în care $\theta_m=(\theta_i+\theta_f)/2$ și se explicitează bilanțul termic al boilerului dat de relația 2.9.1, după efectuarea calculelor, pentru cazul când boilerul funcționează în regim de

acumulare, se obține:

$$\theta = \theta_m - (\theta_m - \theta_{c \max}) e^{\frac{\Delta\theta}{c_p V}} \quad [^\circ\text{C}] \quad (2.9.19)$$

din care, se deduce timpul de acumulare până la temperatura $\theta_{c \max}$:

$$t_a = \frac{c_p V}{kS} \ln \frac{(\theta_m - \theta_{c \max})}{(\theta_m - \theta_{c \min})} \quad [\text{h}] \quad (2.9.20)$$

în care:

- S este suprafața de schimb de căldură a serpentinei boilerului [m²];
- k - coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la agentul termic primar la apa caldă de consum [W/m²K];

2.9.3.4 Calculul volumului (capacității) rezervoarelor (acumulatorilor) de apă caldă (fără serpentină interioară de încălzire)

Întrucât în instalație, rezervoarele de apă caldă sunt legate în paralel cu aparatele

în contracurent, determinarea cantității de căldură Q_a , care trebuie acumulată, în funcție de cantitatea de căldură cumulată, furnizată de sursă Q_s , se obține prin calculul tehnicoeconomic, punând condiția de minimum a costurilor totale anuale de investiție și de exploatare a întregii instalații. S-a constatat că această condiție corespunde unor debite de căldură instalate de 80...85 % din debitul de căldură maxim orar. Pentru calculul grafic se poate folosi nomograma din figura 2.9.14 (în condițiile ipotezelor de calcul pentru care a fost trasată), în care se intră pe ordonată cu suma debitelor specifice $\sum nq_s$ căreia îi corespunde un anumit debit maxim orar de căldură necesar (instalat) și se duce o paralelă la curba $Q_a=f(\dot{Q}_s)$ în funcție de debitul de căldură furnizat de sursă $\dot{Q}_s$, până la intersecția cu curba $0,8 Q_{\text{orar max}}$. Abscisa punctului B de intersecție este Q_a (fig. 2.9.14) iar

Tabelul 2.9.4. Caracteristicile principale ale aparatelor în contracurent tip ICMA, în S, cu țevi din alamă

Tipul schimbătorului	Nr. de tronsoane	Lungimea tronsoanelor L [m]	Simbolul aparatului	Suprafața de încălzire [m ²]	Masa [kg]
IPB cu 31 țevi interioare din alamă	2	2	B-31-Am/2x2	5,16	451
		2,5	B-31-Am/2x2,5	6,64	490
		3	B-31-Am/2x3	8,10	536
		3,5	B-31-Am/2x3,5	9,54	572
	4	2	B-31-Am/2x2	10,32	813
		2,5	B-31-Am/2x2,5	13,28	885
		3	B-31-Am/2x3	16,20	978
		3,5	B-31-Am/2x3,5	19,08	1050
	6	2	B-31-Am/2x2	15,48	1171
		2,5	B-31-Am/2x2,5	19,92	1290
		3	B-31-Am/2x3	24,30	1418
		3,5	B-31-Am/2x3,5	28,62	1526
	8	2	B-31-Am/2x2	20,64	1530
		2,5	B-31-Am/2x2,5	26,56	1674
		3	B-31-Am/2x3	32,40	1859
		3,5	B-31-Am/2x3,5	38,16	2003
IPB cu 55 țevi interioare din alamă	2	2	B-55-Am/2x2	44,00	2151
		2,5	B-55-Am/2x2,5	9,32	665
		3	B-55-Am/2x3	11,92	723
		3,5	B-55-Am/2x3,5	14,50	799
	4	2	B-55-Am/2x2	17,10	858
		2,5	B-55-Am/2x2,5	19,90	916
		3	B-55-Am/2x3	23,84	1202
		3,5	B-55-Am/2x3,5	29,00	1316
	6	2	B-55-Am/2x2	34,20	1469
		2,5	B-55-Am/2x2,5	39,40	1587
		3	B-55-Am/2x3	44,00	1703
		3,5	B-55-Am/2x3,5	49,10	1738
	8	2	B-55-Am/2x2	51,30	1942
		2,5	B-55-Am/2x2,5	59,10	2138
		3	B-55-Am/2x3	68,40	2316
		3,5	B-55-Am/2x3,5	78,80	2489
	10	2	B-55-Am/2x2	37,28	2275
		2,5	B-55-Am/2x2,5	47,68	2507
		3	B-55-Am/2x3	58,00	2808
		3,5	B-55-Am/2x3,5	68,40	3014
	12	2	B-55-Am/2x2	78,80	3276
		2,5	B-55-Am/2x2,5		

ordonată $\dot{Q}_s$ reprezintă sarcina termică a aparatului în contracurent.

Volumul necesar al acumuloarelor V_{ac} [m³] se poate calcula cu relația 2.9.17 în care se va considera $\theta_{min}=+10$ °C, iar Q_a este cantitatea de căldură transmisă apei acumulate în rezervor, sau grafic, cu ajutorul nomogramei din figura 2.9.14 (abscisa punctului B pe axa V_{ac}).

Rezervoarele (acumuloarele) verticale fără serpentină se aleg din tabelul 2.8.2 cunoscând volumul necesar V_{ac} [m³] rezultat din calcul. Pentru capacități mai mari de 1 m³, se recomandă alegerea a cel puțin 2 acumuloare de aceeași capacitate, al căror volum total să fie cel puțin egal cu volumul necesar, pentru a asigura continuitatea funcționării instalației în timpul exploatării, când unul din rezervoare se află în revizie tehnică.

2.9.3.5 Calculul termic al schimbătoarelor de căldură recuperative, cu circulația agenților termici în contracurent

• *Calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent montate într-o singură treaptă*

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent tip ICMA constă în determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură, cu relația:

$$S = \frac{\dot{Q}_s}{k(\Delta\theta)_m \varphi} \quad [\text{m}^2] \quad (2.9.21)$$

în care:

$\dot{Q}_s$ este sarcina termică a aparatului în contracurent [W];

- k - coeficientul global de transmitere a căldurii [W/m²K];

- $(\Delta\theta)_m$ - diferența de temperaturi,

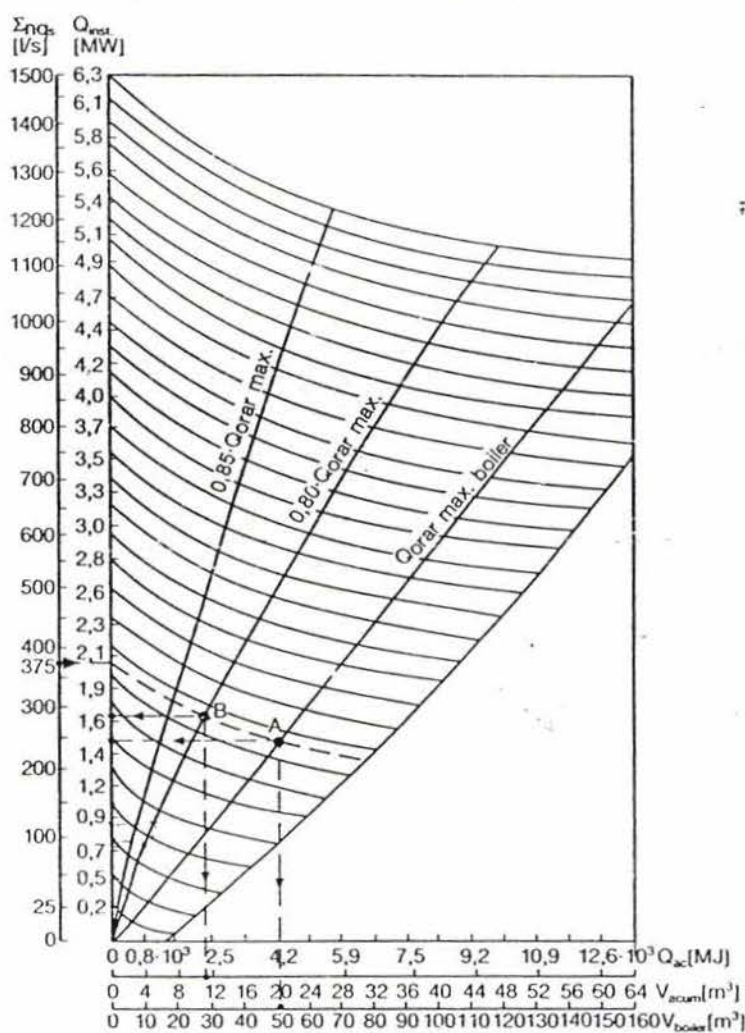


Fig. 2.9.14. Nomograma pentru calculul capacității boilerelor și rezervoarelor de acumulare a apei calde de consum.

Tabelul 2.9.5. Repartiția procentuală a apei calde de consum, pentru clădirile de locuit, pe ore și număr de apartamente

ap	100		150		250		500		750		1000		1500		2000		2500		3000	
ora	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul	oră	cumul
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
5-6	2,1	2,1	2,4	2,4	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
6-7	10,1	12,1	9,5	11,9	8,9	11,6	8,6	11,4	8,2	11,0	7,9	10,7	7,6	10,5	7,1	10,0	6,8	9,7	6,6	9,5
7-8	6,3	18,5	6,3	18,2	6,3	17,9	6,3	17,7	6,3	17,3	6,2	16,9	5,9	16,4	5,7	15,7	5,6	15,3	5,5	15,0
8-9	4,2	22,7	4,3	22,5	4,5	22,4	4,7	22,4	4,9	22,2	4,9	21,8	4,9	21,3	4,9	20,6	5,0	20,3	5,0	20,0
9-10	2,2	24,9	2,3	24,8	2,5	24,9	2,9	25,3	3,3	25,5	3,6	25,4	4,0	25,3	4,2	24,8	4,4	24,7	4,5	24,5
10-11	3,1	28,0	3,3	28,1	3,5	28,4	3,8	29,1	4,0	29,5	4,1	29,5	4,3	29,6	4,4	29,2	4,6	29,3	4,8	29,3
11-12	4,1	32,1	4,3	32,4	4,6	33,0	4,8	33,9	4,9	34,4	4,9	34,4	4,9	34,5	5,0	34,2	5,0	34,3	5,1	34,4
12-13	8,0	40,1	7,5	39,9	7,0	40,0	6,8	40,7	6,6	41,0	6,4	40,8	6,2	40,7	6,0	40,2	5,8	40,1	5,6	40,0
13-14	5,2	45,3	5,2	45,1	5,2	45,2	5,3	46,0	5,3	46,3	5,3	46,1	5,3	46,0	5,3	45,5	5,2	45,3	5,2	45,2
14-15	2,2	47,5	2,6	47,7	3,1	48,3	3,5	49,5	3,8	50,1	4,1	50,2	4,3	50,3	4,5	50,0	4,7	50,0	4,9	50,1
15-16	3,0	50,5	3,4	51,1	3,7	52,0	3,9	53,4	4,1	54,2	4,3	54,5	4,5	54,8	4,7	54,7	4,9	54,9	5,0	55,1
16-17	3,0	53,5	3,4	54,5	3,7	55,7	4,1	57,5	4,3	58,5	4,5	59,0	4,6	59,4	4,8	59,5	5,0	59,9	5,1	60,2
17-18	4,1	57,6	4,3	58,8	4,5	60,2	4,7	62,2	4,8	63,3	4,9	63,9	5,0	64,4	5,1	64,6	5,2	65,1	5,3	65,5
18-19	5,3	62,9	5,4	64,2	5,6	65,8	5,6	67,8	5,6	68,9	5,6	69,5	5,6	70,0	5,7	70,3	5,7	70,8	5,8	71,3
19-20	6,3	69,2	6,3	70,5	6,5	72,3	6,5	74,3	6,5	75,4	6,5	76,0	6,4	76,4	6,4	76,7	6,3	77,1	6,3	77,6
20-21	7,8	77,0	7,8	78,3	7,8	80,1	7,7	82,0	7,6	83,0	7,4	83,4	7,3	83,7	7,1	83,8	6,9	84,0	6,7	84,3
21-22	17,7	94,7	15,4	93,7	13,2	93,3	10,9	92,9	9,9	92,9	9,2	92,6	8,5	92,2	8,2	92,0	7,9	91,9	7,6	91,9
	23,3*		20*		16,7*		13,4*		11,9*		11*		10*		9,3*		9*		8,7*	
22-23	4,1	98,8	4,8	98,5	5,1	98,4	5,4	98,3	5,4	98,3	5,7	98,3	6,0	96,2	6,1	98,1	6,2	98,1	6,2	98,1
23-24	1,2	100,0	1,5	100,0	1,6	100,0	1,7	100,0	1,7	100,0	1,7	100,0	1,8	100,0	1,9	100,0	1,9	100,0	1,9	100,8

*) - valori pentru durate de cca 10 min.

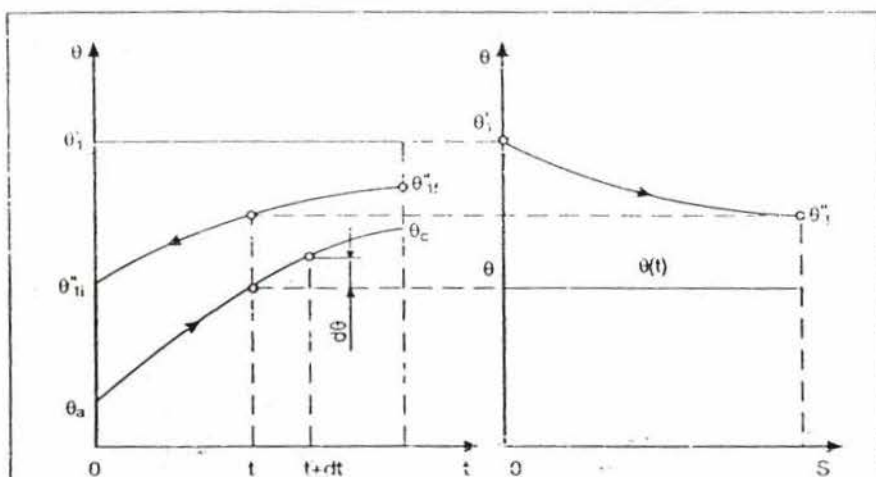


Fig. 2.9.15. Variația temperaturilor $\theta=\theta(t)$ și $\theta=\theta(S)$ ale agentului termic primar și respectiv, apei calde de consum din boiler.

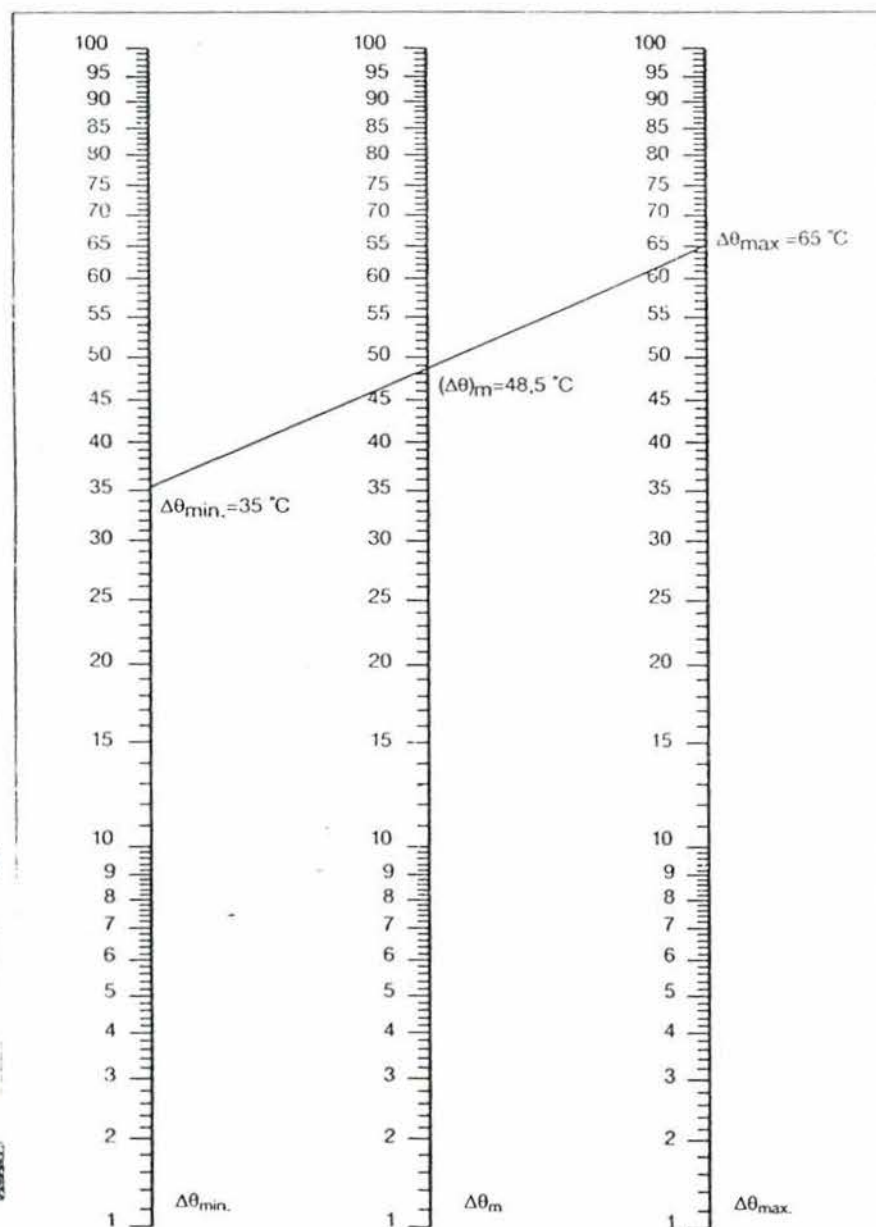


Fig. 2.9.17. Nomograma pentru determinarea diferenței medii logaritmice de temperaturi.

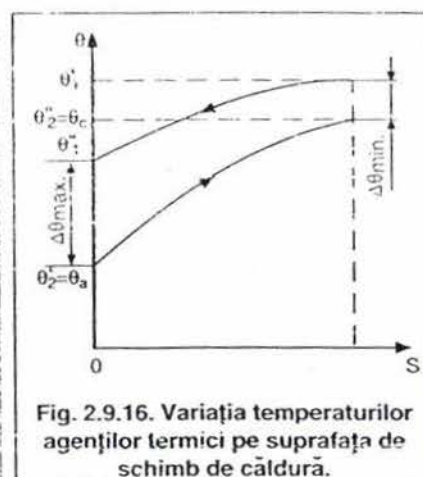


Fig. 2.9.16. Variația temperaturilor agenților termici pe suprafața de schimb de căldură.

medie logaritmică [K];

– φ - coeficient de compensare a depunerii de piatră pe suprafața de încălzire;

$\varphi=0,8$ pentru aparate cu țevi de alamă.

Diferența de temperatură medie logaritmică (fig. 2.9.16) se poate calcula cu relația:

$$(\Delta\theta)_m = \frac{(\Delta\theta_{max} - \Delta\theta_{min})}{2,3 \lg \frac{\Delta\theta_{max}}{\Delta\theta_{min}}} \quad [\text{K}] \quad (2.9.22)$$

în care s-a notat: θ_1' , θ_1'' (fig. 2.9.16) temperaturile agentului termic primar la intrarea, respectiv ieșirea din schimbător; θ_2' , θ_2'' temperaturile apei de consum la intrarea ($\theta_2'=\theta_a+10^\circ\text{C}$), respectiv ieșirea ($\theta_2''=\theta_{cmax}=55\ldots 60^\circ\text{C}$) din schimbător.

Pentru cazul aparatelor în contracurent montate într-o treaptă în serie cu aparatele în contracurent pentru încălzire, temperatura agentului termic primar θ_1' la intrarea în schimbătorul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, este egală cu temperatura agentului termic la ieșirea din schimbătorul de încălzire. Temperatura θ_1' , în cazul racordării la rețeaua de termoficare, corespunde punctului de frângere a graficului de reglare calitativă, care are valoarea de cca 65°C .

Pentru cazul aparatelor în contracurent montate într-o treaptă, în paralel cu aparatele în contracurent pentru încălzire, temperatura θ_1' , în cazul racordării la rețeaua de termoficare este de 70°C .

Diferența de temperaturi medie logaritmică $(\Delta\theta)_m$ se poate determina și grafic, cu ajutorul nomogramei din figura 2.9.17, calculând în prealabil $\Delta\theta_{max}$ și $\Delta\theta_{min}$ cu ajutorul figurii 2.9.16.

Coeficientul global de transmitere a căldurii k se poate calcula analitic sau grafic. Pentru calculul analitic se aplică relația:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\lambda m}}{\lambda_{\lambda m}} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right] \quad (2.9.23)$$

în care: $\delta_{\lambda m}/\lambda_{\lambda m}$ reprezintă rezistența termică conductivă a peretelui țevii din alamă de grosime $\delta_{\lambda m}$ și conductivitate termică $\lambda_{\lambda m}$, iar coeficienții de schimb

superficial de căldură α_1 și α_2 se calculează cu relațiile critice cunoscute, pentru cazul convecției forțate a agentului termic primar printre țevi (α_1), respectiv a apei de consum în țevi (α_2), în curgerea laminară, tranzitorie sau turbulentă, corespunzător valorilor criteriului Reynolds. În relația 2.9.23, nu apare rezistența termică conductivă a straturilor de piatră format prin precipitarea săunilor de calciu și magneziu datorită durtății apei, întrucât de acest

lucru s-a ținut seama prin coeficientul ϕ . În practică se preferă calculul grafic al coeficienților α_1 și α_2 folosind nomogramele din figurile 2.9.18 și 2.9.19 trasate pentru aparatele în contracurent cu 31, respectiv 55 de țevi din alamă pe tronson. Pe aceste nomograme sunt prezentate și exemple de calcul. Din aceleași nomograme se determină și pierderile totale de sarcină Δp_1 pe circuitul agentului termic primar, respectiv Δp_2 pe circuitul apei calde

de consum.

• *Calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent montate în 2 trepte, în serie-paralel și racordate la rețeaua de termoficare*

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent constă în determinarea suprafețelor de schimb de căldură, necesare S_1 și S_2 ale acestora, montate în treapta întâi și a doua. Pentru aceasta este necesar să se cunoască debitele și temperaturile agenților termici angajați în schimbul de căldură. Calculul se efectuează pentru situația cea mai defavorabilă, adică pentru temperaturile apei fierbinți corespunzătoare punctului de frângere a graficului de reglare a acestor temperaturi în funcție de temperatura aerului exterior. Punctul de frângere este acel punct din graficul de reglare al temperaturilor apei fierbinți corespunzător temperaturii aerului exterior de 8,6 °C de la care temperaturile apei de ducere din rețeaua de termoficare se mențin constante la 70 °C, independent de creșterea temperaturii exterioare.

Pentru apa caldă de consum se cunosc temperaturile θ_a la intrarea în treapta întâi ($\theta_a = +10$ °C) și la ieșirea din treapta a doua ($\theta_c = 55 \dots 60$ °C). Temperatura intermediară θ_x se consideră egală cu 5...10 °C mai mică decât temperatura θ_c . Schimbătorul de căldură din treapta întâi se dimensionează pentru debitul maxim orar $G_{\max, \text{orar}}$ de apă caldă de consum și ca urmare, la sarcina termică medie $\dot{Q}_1$:

$$\dot{Q}_1 = G_{\max, \text{orar}} c (\theta_c - \theta_a) \quad [\text{W}] \quad (2.9.24)$$

Suprafața de schimb de căldură S_1 a aparatului în contracurent montat în treapta întâi este data de relația:

$$S = \frac{\dot{Q}_1}{\phi k_1 (\Delta \theta)_m} \quad [\text{m}^2] \quad (2.9.25)$$

în care:

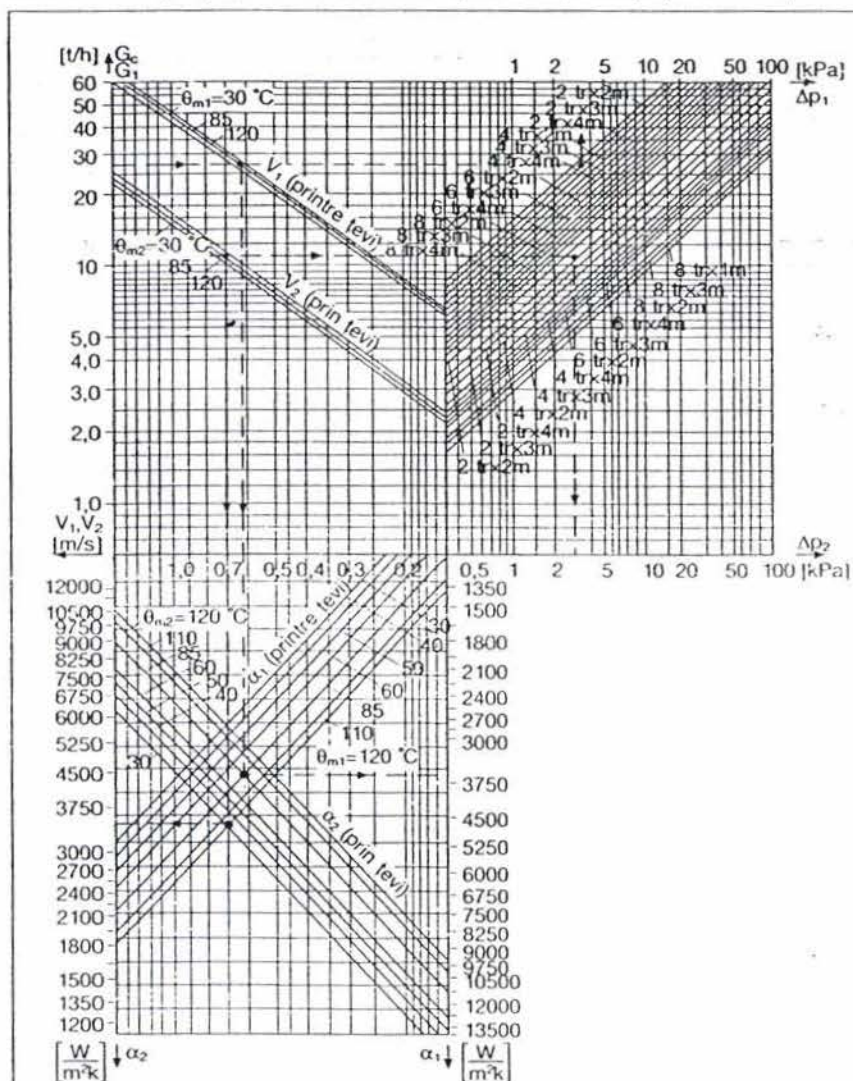
- k_1 este coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la apă fierbinte care circulă prin țevi, la apa caldă de consum care circulă prin țevile schimbătorului de căldură [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$];

- $(\Delta \theta)_m$ - diferența de temperaturi, medie logaritmică, între temperaturile apei fierbinți și ale apei de consum (fig. 2.9.20) [K];

- ϕ - coeficientul de compensare a depunerii de piatră pe suprafața de schimb de căldură care ține seama de rezistență conductivă a straturilor de piatră depus din apă în timpul funcționării aparatului în contracurent ($\phi = 0,8$).

Calculul coeficientului k_1 se efectuează cu relația 2.9.23 în care α_1 și α_2 se determină cu ajutorul nomogramelor din figurile 2.9.18 sau 2.9.19 trasate pentru aparatele în contracurent tipizate constructiv, având 31 respectiv 55 de țevi din alamă pe tronson.

Diferența medie logaritmică de temperaturi $(\Delta \theta)_m$ se calculează cu relația:



Exemplul de calcul

Se dau: $G_c = 11,1 \text{ t/h} = 3,083 \text{ kg/s}$; $\theta_a = 10$ °C; $\theta_c = 60$ °C; $\theta_i = 95$ °C; $\theta_f = 75$ °C; $\theta_{m2} = 35$ °C; $\theta_{m1} = 85$ °C; $(\Delta \theta)_m = 48,5$ K.

Se cer: α_1 , α_2 , k , S , Δp_1 , Δp_2 .

$$\dot{Q}_c = G_c c (\theta_c - \theta_a); \quad \dot{Q}_c = 3,083 \times 4186,8 \times 50 = 645465 \text{ W};$$

$$G_1 = \frac{\dot{Q}_c}{c(\theta_i - \theta_f)} = \frac{645465}{4186,8 \cdot 20} \quad G_1 = 7,708 \text{ kg/s} = 27,75 \text{ t/h}; \quad \alpha_1 = 3664 \text{ W/m}^2\text{K}; \quad \alpha_2 = 3315 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{3664} + \frac{0,001}{105} + \frac{1}{3315} \quad k = 1715 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$S = \frac{\dot{Q}_c}{\phi k (\Delta \theta)_m} = \frac{645465}{0,85 \cdot 1715 \cdot 48,5} = 9,12 \text{ m}^2 \quad \text{Se alege un aparat } 31 \text{ Am}^2 \text{ tr} \times 3,5 \text{ } \Delta p_1 = 3 \text{ kPa}; \Delta p_2 = 3,5 \text{ kPa}.$$

Fig. 2.9.18. Nomogramă pentru calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent (tip ICMA) cu 31 țevi din alamă.

$$(\Delta\theta)_{m1} = \frac{(\theta_1'' - \theta_s) - (\theta_1' - \theta_s)}{2,31 \lg \frac{\theta_1'' - \theta_s}{\theta_1' - \theta_s}} \quad [K] \quad (2.9.26)$$

în care θ_1' , θ_1'' sunt temperaturile apei fierbinți la intrarea, respectiv ieșirea din schimbătorul de căldură al treptei întâi.

Pentru θ_1' , temperatura se consideră de 65 °C (fig. 2.9.20a).

Se determină debitul de căldură $\dot{Q}_2$ al schimbătorului de căldură montat în treapta a doua, cu relația:

$$\dot{Q}_2 = \dot{Q}_{nec} - \dot{Q}_1 \quad [W] \quad (2.9.27)$$

în care $\dot{Q}_{nec}$ reprezintă debitul de căldură necesar pentru prepararea întregului debit orar maxim de apă caldă din clădiri și se determină cu relația:

$$\dot{Q}_{nec} = G_{max, orar} C (\theta_c - \theta_s) \quad [W] \quad (2.9.28)$$

Suprafața de schimb de căldură S_2 a aparatului în contracurent montat în treapta a doua se calculează cu relația:

$$S_2 = \frac{\dot{Q}_2}{\varphi k_2 (\Delta\theta)_{m2}} \quad [m^2] \quad (2.9.29)$$

în care:

- k_2 este coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la apa fierbinte, care circulă printre țevi, la apa caldă de consum care circulă prin țevile schimbătorului de căldură [W/m²K];

- $(\Delta\theta)_{m2}$ - diferența medie logaritmică de temperaturi, între temperaturile apei fierbinți și ale apei calde de consum (fig. 2.9.20b) [K];

- φ - coeficientul de compensare a depunerii de piatră pe suprafața de schimb de căldură;

Coeficientul k_2 se determină analog cu și coeficientul k_1 .

Diferența medie logaritmică de temperaturi $(\Delta\theta)_{m2}$ se calculează cu relația:

$$(\Delta\theta)_{m2} = \frac{(\theta_2'' - \theta_s) - (\theta_2' - \theta_s)}{2,31 \lg \frac{\theta_2'' - \theta_s}{\theta_2' - \theta_s}} \quad [K] \quad (2.9.30)$$

în care θ_2' , θ_2'' sunt temperaturile apei fierbinți la intrarea, respectiv ieșirea din treapta a doua.

2.9.4. Rețele de conducte pentru distribuția și circulația apei calde de consum

2.9.4.1 Rețele de conducte pentru distribuția apei calde de consum

Rețelele exterioare de distribuție a apei calde de consum fac legătura între schimbătoarele de căldură montate în puncte termice sau centrale termice și instalațiile interioare de alimentare cu apă caldă a armăturilor obiectelor sanitare din clădiri.

La stabilirea traseelor rețelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri se au în vedere o serie de condiții economice, de siguranță și de fiabilitate, care să conducă la reducerea consumurilor specifice de materiale și energie și la obținerea unor costuri specifice minime de investiție și de exploatare a acestor rețele de conducte. În acest sens, se recomandă amplasarea conductelor, când este posibil, în subsolurile tehnice sau canalele tehnice ale clădirilor, în canale termice îngropate în sol în spații necarosabile sau în galerii vizitabile,

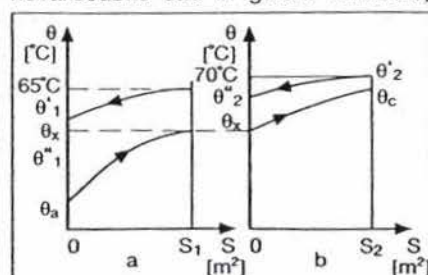
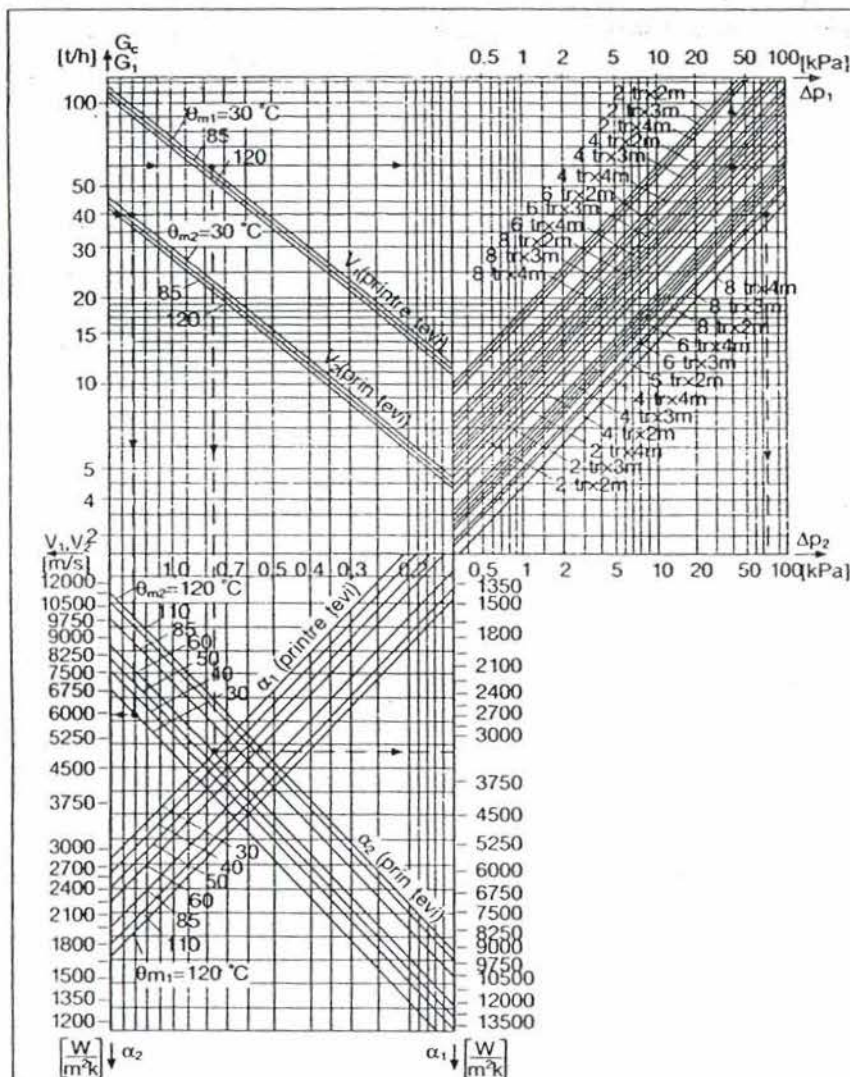


Fig. 2.9.20. Variațiile temperaturilor agenților termici pe suprafețele de schimb de căldură:
a - treapta întâi; b - treapta a doua.



Exemplul de calcul

Se dau: $G_c = 11,1 \text{ kg/s} = 40 \text{ t/h}$; $G_f = 16,6 \text{ kg/s} = 60 \text{ t/h}$; $\theta_s = 12 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_c = 38 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_1' = 44 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_1'' = 28,3 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_{m2} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$; $\theta_{m1} = 36,2 \text{ }^\circ\text{C}$; $(\Delta\theta)_m = 10,3 \text{ K}$.

Se cer: α_1 , α_2 , k , S , Δp_1 , Δp_2 .

$\alpha_2 = 5873 \text{ W/m}^2\text{K}$; $\alpha_1 = 3256 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{3256} + \frac{0,001}{105} + \frac{1}{5873} \quad k = 2053 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$\dot{Q}_c = G_c C (\theta_c - \theta_s);$$

$$\dot{Q}_c = 11,1 \times 4186,8 \times 26 = 1208310 \text{ W};$$

$$S = \frac{\dot{Q}_c}{\varphi k (\Delta\theta)_m} = \frac{1208 \cdot 310}{0,85 \cdot 2053 \cdot 10,3} = 67,2 \text{ m}^2$$

Se alege un aparat 55 Am8 trx3,5 m; $\Delta p_2 = 78 \text{ kPa}$. $\Delta p_1 = 40 \text{ kPa}$.

Fig. 2.9.19. Nomogramă pentru calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent (tip ICMA) cu 55 țevi din alamă pe tronson.

împreună cu alte rețele edilitare. Traseele conductelor trebuie să fie cât mai scurte și cu rezistențe locale cât mai puține. Se reduce la minimum numărul de intrări și ieșiri ale conductelor prin fundațiile clădirilor. La traversarea fundațiilor sau a rosturilor de tasare se iau măsuri de protecție împotriva deteriorării conductelor și anume: golul de trecere al conductelor trebuie să fie mai mare decât diametrul acestora cu 10...15 cm, conductele traversând golul pe la partea inferioară; etanșarea golurilor în jurul conductelor se face cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elementele de construcție nu se admit îmbinări; dimensiunile golurilor la ieșirea din clădire în canalele de protecție sunt determinate de dimensiunile canalelor respective; se asigură accesibilitatea pentru întreținere și reparații în timpul exploatarei.

Distanța minimă de amplasare a canalelor termice de protecție față de fundațiile clădirilor trebuie să fie de 1,5 m. Amplasarea conductelor în canalele termice se face astfel încât să nu împiedice scurgerea apei de pe radiatorul canalului.

Pe rețelele de distribuție a apei calde din ansambluri de clădiri se prevăd, la fiecare ramificație, robinete de închidere amplasate în cămine de vizitare sau în subsolul clădirilor. În punctele joase ale rețelei se prevăd robinete de golire.

Rețelele de distribuție a apei calde se execută cu țevi din oțel zincate și se îmbină cu fittinguri din fontă maleabilă, similare rețelelor de apă rece. Se pot utiliza și țevi din mase plastice (PVC100, polietilenă de înaltă densitate, polipropilenă etc.) dacă

au agrement tehnic prin care să se garanteze rezistența lor la temperaturile și presiunile de regim ale apei calde de consum.

În vederea reducerii pierderilor de căldură, rețelele de distribuție a apei calde se izolează termic. În funcție de natura materialului, izolația termică are grosimi de 30...40 mm. Continuitatea izolației combustibile se întrerupe la anumite distanțe pentru preîntâmpinarea propagării incendiului pe fluxul de conducte. Se pot utiliza și conducte preizolate, dimensionate corespunzător.

La stabilirea debitelor de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, se ține seama de debitele de calcul ale instalațiilor din interiorul clădirilor, care se determină cu relațiile din capitolul 2.4.4.2.

Debitul de calcul pentru rețelele care alimentează cu apă caldă consumatorii din diferitele categorii de clădiri se determină cu relația:

$$q_c = \sum_{i=1}^n q_{ci} \quad [l/s] \quad (2.9.31)$$

în care q_{ci} este debitul de calcul al instalației exterioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același fel care se alimentează cu apă din tronsonul de conductă considerat [l/s].

La calculul rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum se utilizează nomogramele din figurile 2.4.63a și b, 2.4.65a și 2.4.67b pentru calculul pierderilor de sarcină liniare și din figura 2.4.68 pentru calculul pierderilor de sarcină locale, la fel ca pentru instalațiile inte-

rioare de apă caldă.

Sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} se determină la fel ca în cazul instalațiilor interioare, pentru punctul de consum amplasat în situația cea mai dezavantajată din punct de vedere hidraulic cu relația 2.4.20.

2.9.4.2 Rețele de conducte pentru circulația apei calde de consum

Instalațiile pentru circulația apei calde de consum se compun dintr-o rețea de conducte prevăzută cu armături de închidere și reglare, care au rolul de a asigura întoarcerea debitului de apă neconsumată la punctele de utilizare, în aparatele (schimbătoare de căldură) de preparare a apei calde de consum, pentru a fi reîncălzită. În felul acesta se realizează circuitul (fig.2.9.21): schimbător de căldură - conducte de distribuție - conducte de circulație - schimbător de căldură, asigurându-se în permanență la punctele de utilizare apă caldă cu temperatura necesară de 40...+60 °C. De regulă, conductele de circulație sunt racordate la baza conductelor de distribuție a apei calde de consum. Vehicularea apei în conductele de circulație se poate realiza fie cu ajutorul pompelor (circulație forțată), fie datorită presiunii termice (gravitaționale). De obicei, pompa pentru circulația apei calde de consum se montează în centrala sau punctul termic în care are loc prepararea apei calde de consum.

Conductele de circulație a apei calde de consum se prevăd la instalațiile mari, la care apa caldă de consum se distribuie după un anumit program (ca de exemplu, în cazul clădirilor de locuit), când consumul de apă este concentrat într-o anumită perioadă sau când la punctul de utilizare este necesară în permanență apă caldă cu temperatură practic constantă.

Conductele pentru circulația apei calde de consum se execută cu țevi din oțel zincat, PVC100, polietilenă sau polipropilenă și se izolează termic ca și conductele de distribuție a apei calde.

Conductele de circulație au trasee comune cu conductele de distribuție a apei calde de consum și cu cele de distribuție a apei reci. În acest caz conducta de circulație se amplasează între conducta de apă rece și cea de apă caldă.

Calculul conductelor de circulație a apei calde de consum se efectuează după metodologia în care se stabilește sau se calculează:

- căderea maximă de temperatură ($\Delta\theta_1$ pe rețeaua de distribuție (fig. 2.9.21) între punctul de intrare a apei calde în primul tronson (la ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctele de consum din instalație și se repartizează căderea de temperatură pe întreaga rețea de distribuție;
- pierderile de căldură ale apei calde

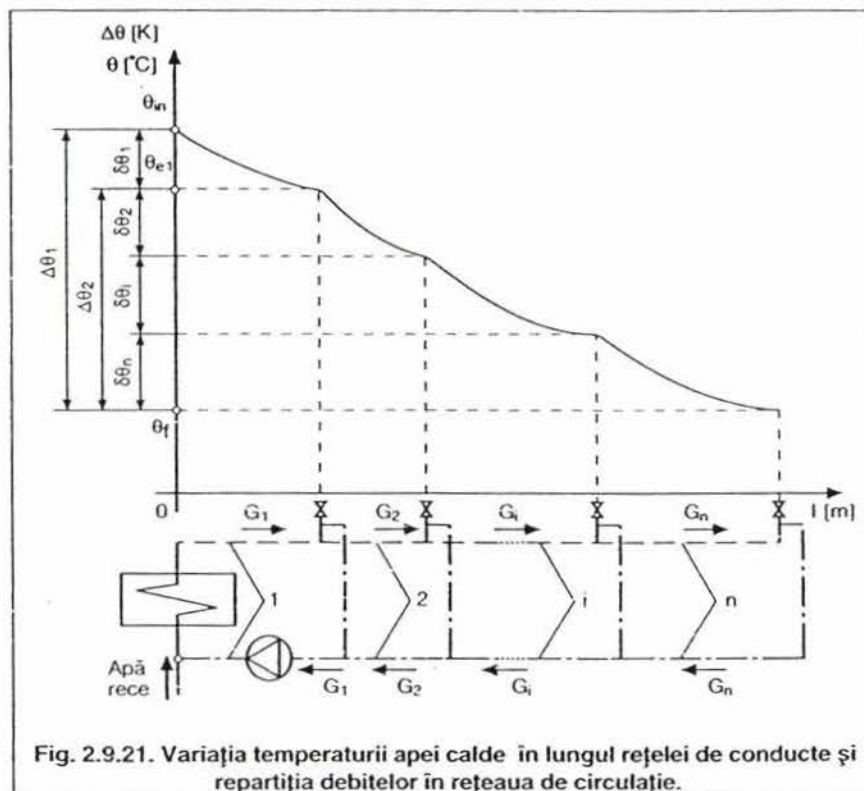


Fig. 2.9.21. Variația temperaturii apei calde în lungul rețelei de conducte și repartizarea debitelor în rețeaua de circulație.

prin suprafețele peretilor conductelor de distribuție către aerul înconjurător;

- debitele de apă din conductele de distribuție;

- temperaturile rezultate în fiecare nod al rețelei;

- sarcina hidrodinamică disponibilă pentru circulația apei calde de consum; în cazul circulației prin termosifon sarcina disponibilă este egală cu presiunea termică (gravitațională), iar în cazul circulației prin pompe se determină sarcina necesară pentru învingerea pierderilor totale de sarcină pe conductele de distribuție și pe conductele de circulație la trecerea debitului de circulație;

Cunoscând debitele de apă, cu ajutorul nomogramelor întocmite pentru conductele de apă caldă (fig. 2.4.63a și b, 2.4.65a 2.4.67b și 2.4.68) se determină diametrele și se calculează pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe circuitul apei calde; se verifică dacă acestea sunt egale cu sarcina disponibilă pentru circulația apei calde de consum; dacă vitezele sunt prea mici, se aleg diametre mai mici pe tronsoanele respective, cu condiția ca diametrele rețelei să fie continuu crescătoare de la ultimul punct de consum spre schimbătorul de căldură; dacă pierderile de sarcină depășesc sarcina disponibilă pentru circulație, se corectează diametrele alese inițial și calculul se repetă ca mai sus, până când pierderile totale de sarcină devin egale cu sarcina disponibilă.

• *Calculul pierderilor de căldură ale apei calde prin suprafețele peretilor conductelor către aerul înconjurător*

Pierdere de căldură a apei calde Q_i , pe un tronson i de conductă izolată de lungime l_i în cazul circulației continue, se determină cu relația:

$$Q_i = k \pi d (1 - \eta)(\theta_m - \theta_a) l_i = q_i l_i \quad [\text{W}] \quad (2.9.32)$$

$$q_i = k \pi d (1 - \eta)(\theta_m - \theta_a) \quad [\text{W/m}] \quad (2.9.33)$$

în care:

- k este coeficientul global de transmitere a căldurii $[\text{W/m}^2\text{K}]$; $k = 11,6 - 14 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- d - diametrul conductei $[\text{m}]$;
- η - coeficientul de eficiență a izolației; pentru cazurile uzuale $\eta = 0,6 \dots 0,8$, definit ca raportul între micșorarea pierderii de căldură a conductei izolate și pierdere de căldură a conductei neizolate;

$$\eta = \frac{Q_{\text{neiz}} - Q_i}{Q_{\text{neiz}}} = 1 - \frac{Q_i}{Q_{\text{neiz}}} \quad (2.9.34)$$

- Q_{iz} este pierdere de căldură a conductei izolate $[\text{W}]$;

- Q_{neiz} - pierdere de căldură a conductei neizolate $[\text{W}]$;

- θ_m - temperatura medie a apei calde din tronsonul respectiv;

- θ_a - temperatura mediului exterior, de regulă aerul; pentru subsoluri tehnice, $\theta_a = +10 \text{ }^\circ\text{C}$, pentru subsoluri folosite, $\theta_a = +15 \text{ }^\circ\text{C}$, pentru canale de distanță,

$\theta_a = +25 \text{ }^\circ\text{C}$;

- q_i - pierdere de căldură pe unitatea de lungime a conductei $[\text{W/m}]$; în tabelul 2.9.6 sunt date valorile q_i calculate pentru conductele izolate (cu $\eta = 0,6$), iar în tabelul 2.9.7 sunt date valorile q_i calculate pentru conductele neizolate.

• *Calculul debitelor de apă din conductele de circulație*

Debitul de apă vehiculat prin fiecare tronson trebuie să transporte un debit de căldură care să acopere pierderile de căldură ale tronsonului respectiv Q_i și pierderile de căldură ale tronsoanelor următoare până la punctele de consum, debit de căldură denumit de tranziție

Debitul de apă G_i din tronsonul 1 montat la ieșirea apei calde din schimbătorul de căldură este dat de relația:

$$G_i = \frac{Q_{\text{tr}}}{c(\theta_{\text{tr}} - \theta_{\text{in}})} = \frac{Q_{\text{tr}}}{c \Delta \theta_i} \quad [\text{kg/s}] \quad (2.9.35)$$

în care:

- Q_{tr} este debitul de căldură în tranziție prin tronsonul 1 $[\text{W}]$;

- c - căldura specifică a apei $[\text{J/kg K}]$;

- $\Delta \theta$ - diferența între temperatura inițială θ_{in} a apei calde la intrarea în primul tronson (respectiv, ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctul de consum θ_{tr} , aflat în situația cea mai defavorabilă din punct de vedere hidraulic ($\theta_{\text{tr}} - \theta_{\text{in}}$) $[\text{K}]$;

Tabelul 2.9.6. Pierderile de căldură ale conductelor din oțel, izolate ($\eta = 0,6$)

$\theta_m - \theta_a$ [K]	Pierderile de căldură $[\text{W/m}]$ pentru diametre $[\text{in}]$:											
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
15	5,3	6,7	8,4	9,1	10,5	12,5	15,8	18,4	23,7	29,0	34,3	40,2
16	5,7	7,2	9,0	9,8	11,2	13,3	16,8	19,6	25,2	30,9	36,5	42,9
17	6,1	7,6	9,5	10,4	11,9	14,2	17,9	20,9	26,8	32,8	38,8	45,6
18	6,4	8,1	10,1	11,0	12,6	15,0	18,9	22,1	28,4	34,8	41,1	48,3
19	6,8	8,5	10,7	11,6	13,3	15,8	20,0	23,3	30,0	36,7	43,4	51,0
20	7,1	9,0	11,2	12,2	14,0	16,7	21,0	24,6	31,5	38,6	45,7	53,6
21	7,5	9,4	11,8	12,8	14,7	17,5	22,1	25,8	33,1	40,6	48,0	56,3
22	7,8	9,9	12,3	13,4	15,4	18,3	23,1	27,0	34,7	42,5	50,2	59,0
23	8,2	10,3	12,9	14,0	16,0	19,2	24,2	28,2	36,3	44,4	52,5	61,7
24	8,5	10,7	13,5	14,6	16,7	20,0	25,2	29,5	37,8	46,3	54,8	64,4
25	8,9	11,2	14,0	15,2	17,4	20,8	26,3	30,7	39,4	48,3	57,1	67,0
26	9,3	11,6	14,6	15,8	18,1	21,7	27,3	31,9	41,0	50,2	59,4	69,7
27	9,6	12,1	15,1	16,5	18,8	22,5	28,4	33,1	42,6	52,1	61,7	72,4
28	10,0	12,5	15,7	17,1	19,5	23,3	29,4	34,4	44,2	54,1	63,9	75,1
29	10,3	13,0	16,3	17,7	20,2	24,2	30,5	35,6	45,7	56,0	66,2	77,8
30	10,7	13,4	16,8	18,3	20,9	25,0	31,5	36,8	47,3	57,9	68,5	80,5
31	11,0	13,9	17,4	18,9	21,6	25,8	32,6	38,1	48,9	59,9	70,8	83,1
32	11,4	14,3	17,9	19,5	22,3	26,7	33,6	39,3	50,5	61,8	73,1	85,8
33	11,8	14,8	18,5	20,1	23,0	27,5	34,7	40,5	52,0	63,7	75,4	88,5
34	12,1	15,2	19,1	20,7	23,7	28,3	35,7	41,7	53,6	65,7	77,6	91,2
35	12,5	15,7	19,6	21,3	24,4	29,2	36,8	43,0	55,2	67,6	79,9	93,9

Nota: Pentru $\eta = 0,8$, valorile din tabel se reduc la jumătate

Tabelul 2.9.7. Pierderile de căldură ale conductelor din oțel, neizolate

$\theta_m - \theta_a$ [K]	Pierderile de căldură $[\text{W/m}]$ pentru diametre $[\text{in}]$:											
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
15	12,8	16,1	20,2	25,2	26,2	31,3	38,3	44,8	57,5	70,4	83,3	97,8
16	13,7	17,2	21,5	26,9	27,9	33,3	40,9	47,8	61,4	75,1	88,9	104,3
17	14,5	18,2	22,8	28,6	29,7	35,4	43,4	50,8	65,2	79,8	94,4	110,9
18	15,4	19,3	24,2	30,3	31,4	37,5	46,0	53,7	69,0	84,5	100,0	117,4
19	16,2	20,4	25,5	32,0	33,1	39,6	48,5	56,7	72,9	89,2	105,5	123,9
20	17,1	21,5	26,9	33,7	34,9	41,7	51,1	59,7	76,7	93,9	111,1	130,4
21	17,9	22,5	28,2	35,3	36,6	43,8	53,7	62,7	80,5	98,6	116,6	137,0
22	18,8	23,6	29,6	37,0	38,4	45,8	56,2	65,7	84,4	103,3	122,2	143,5
23	19,6	24,7	30,9	38,7	40,1	47,9	58,8	68,7	88,2	108,0	127,7	150,0
24	20,5	25,8	32,2	40,4	41,9	50,0	61,3	71,6	92,0	112,7	133,3	156,5
25	21,3	26,8	33,6	42,1	43,6	52,1	63,9	74,6	95,9	117,4	138,8	163,0
26	22,2	27,9	34,9	43,8	45,4	54,2	66,4	77,6	99,7	122,1	144,4	169,6
27	23,0	29,0	36,3	45,4	47,1	56,3	69,0	80,6	103,5	126,8	149,9	176,1
28	23,9	30,0	37,6	47,1	48,8	58,3	71,5	83,6	107,4	131,5	155,5	182,6
29	24,7	31,1	39,0	48,8	50,6	60,4	74,1	86,6	111,2	136,2	161,0	189,1
30	25,6	32,2	40,3	50,5	52,3	62,5	76,7	89,6	115,0	140,9	166,6	195,6
31	26,5	33,3	41,7	52,2	54,1	64,6	79,2	92,5	118,9	145,6	172,2	202,2
32	27,3	34,3	43,0	53,8	55,8	66,7	81,8	95,5	122,7	150,3	177,7	208,7
33	28,2	35,4	44,3	55,5	57,6	68,8	84,3	98,5	126,6	155,0	183,3	215,2
34	29,0	36,5	45,7	57,2	59,3	70,8	86,9	101,5	130,4	159,7	188,8	221,7
35	29,9	37,6	47,0	58,9	61,1	72,9	89,4	104,5	134,2	164,4	194,4	228,3

Ținând seama că pierderea de căldură a apei pe tronsonul 1 este:

$$Q_1 = G_1 c \delta \theta_1 = G_1 c \delta (\theta_{irr} - \theta_{fin}) \quad [\text{W}] \quad (2.9.36)$$

unde:

$$\delta \theta_1 = (\theta_{irr} - \theta_{fin}) \quad [\text{K}] \quad (2.9.37)$$

în care θ_{e1} este temperatura apei calde la ieșirea din tronsonul 1 și intrarea în tronsonul 2 și că debitul de căldură aflat în tranzit prin tronsonul 2 este:

$$Q_2 = G_2 c \Delta \theta_2 \quad [\text{W}] \quad (2.9.38)$$

în care

$$\Delta \theta_2 = \Delta \theta_1 - \delta \theta_1 \quad [\text{K}] \quad (2.9.39)$$

se ajunge din aproape în aproape la:

Tabelul 2.9.8. Distanța maximă de la boiler până la cea mai îndepărtată coloană în cazul circulației prin gravitație

D _h [m]	D _{max} [m]	
	Superioară	Inferioară
2	15-20	12-15
6	30-35	20-25
10	40-45	25-30
20	50-60	30-35

D_h-distanța de înălțime între centrul boilerului și cel mai înalt punct de consum;

D_{max}-distanța maximă de la boiler la coloană.

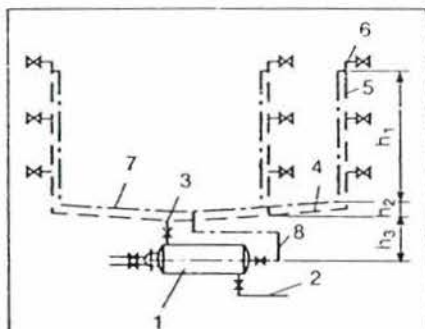


Fig. 2.9.22. Schema de calcul a unei instalații de circulație a apei calde de consum, prin gravitație:

1 - boiler; 2 - racord de apă rece; 3 - racord de apă caldă de consum; 4 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 5 - coloană pentru apă caldă de consum; 6 - legătură la armatură de apă caldă; 7 - conductă de circulație; 8 - racordul conductei de circulație la boiler.

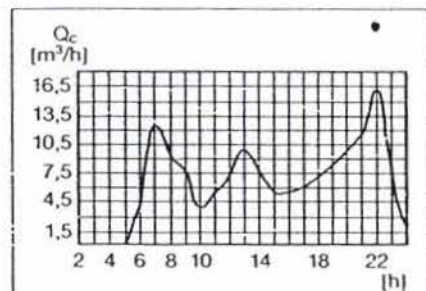


Fig. 2.9.23. Cronograma de consum a apei calde de consum într-un ansamblu cu 480 apartamente.

$$G_1 = \frac{Q_{e1}}{c \Delta \theta_1} \quad [\text{Kg/s}] \quad (2.9.40)$$

$$G_2 = \frac{Q_{e2}}{c \Delta \theta_2} = \frac{Q_{e2}}{\frac{Q_{e1}}{G_1} - \frac{Q_1}{G_1}} = G_1 \frac{Q_{e2}}{Q_{e1} - Q_1} \quad [\text{Kg/s}] \quad (2.9.41)$$

$$G_i = G_{(i-1)} \frac{Q_{ei}}{Q_{e(i-1)} - Q_{(i-1)}} \quad [\text{Kg/s}] \quad (2.9.42)$$

în care G este debitul de apă vehiculată printr-un tronson oarecare i al conductei de circulație a apei calde de consum.

• **Determinarea sarcinii hidrodinamice pentru circulația apei calde de consum**

- În cazul circulației apei calde de consum prin pompare, sarcina necesară este egală cu înălțimea de pompare, care se determină calculând suma pierderilor totale de sarcină pe conductele de circulație, la debitele de circulație G_i . Pompa de circulație se alege (din catalogul de pompe) cunoscând înălțimea de pompare necesară și debitul necesar.

- în cazul circulației apei calde prin termosifon, sarcina disponibilă se determină cu relația generală:

$$H_{disp} = H(\gamma_c - \gamma_d) \quad [\text{Pa}] \quad (2.9.43)$$

în care:

h este înălțimea coloanei respective [m];
 γ_c, γ_d - greutatea volumică ale apei din conductele de circulație și, respectiv, de distribuție [N/m^3];

De exemplu, în cazul instalației de circulație prin gravitație, reprezentată în figura 2.9.22 sarcina hidrodinamică disponibilă este:

$$H_{disp} = \left(\frac{\gamma_{c1} + \gamma_{c2}}{2} - \frac{\gamma_{d1} + \gamma_{d2}}{2} \right) h_1 + \left(\frac{\gamma_{c2} + \gamma_{c3}}{2} - \frac{\gamma_{d2} + \gamma_{d3}}{2} \right) h_2 + \left(\frac{\gamma_{c3} + \gamma_{c4}}{2} - \frac{\gamma_{d3} + \gamma_{d4}}{2} \right) h_3 \quad (2.9.44)$$

Circulația prin termosifon a apei calde de consum este eficientă în condițiile indicate în tabelul 2.9.8.

2.9.5. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se dimensionează instalația de preparare a apei calde de consum cu boilere montate în paralel, pentru un ansamblu de clădiri de locuit, cu 480 de apartamente, dotate fiecare cu câte o baterie de spălător, lavoir și cadă de baie, cu 2,8 persoane pe apartament, cu un consum specific de 110 l/pers. zi și apă caldă de 60 °C, gradul de asigurare în alimentarea cu apă caldă fiind de 99%; durata de utilizare a apei calde este de 19 h/zi.

Rezolvare. Debitul de apă caldă se calculează cu relațiile 2.4.3 și 2.4.4.

$$q_c = \frac{480 \cdot 2,8 \cdot 110}{19 \cdot 3600} + 2,326 \sqrt{\frac{480 \cdot 2,8 \cdot 110}{19 \cdot 3600}} = 5,6 \text{ l/s} = 20164 \text{ l/h}$$

Repartiția procentuală a apei calde de consum se ia din tabelul 2.9.5, pentru 500 de apartamente.

Debitul de calcul de 5,6 l/s corespunde valorii procentuale de 13,4 % pe durata de oca. 10 min; pentru durata de 1 h revine debitul maxim de (5,6/13,4) 10,9=4,56 l/s.

Se întocmește tabelul 2.9.9, în care în coloana 2 și 3 sunt trecute valorile

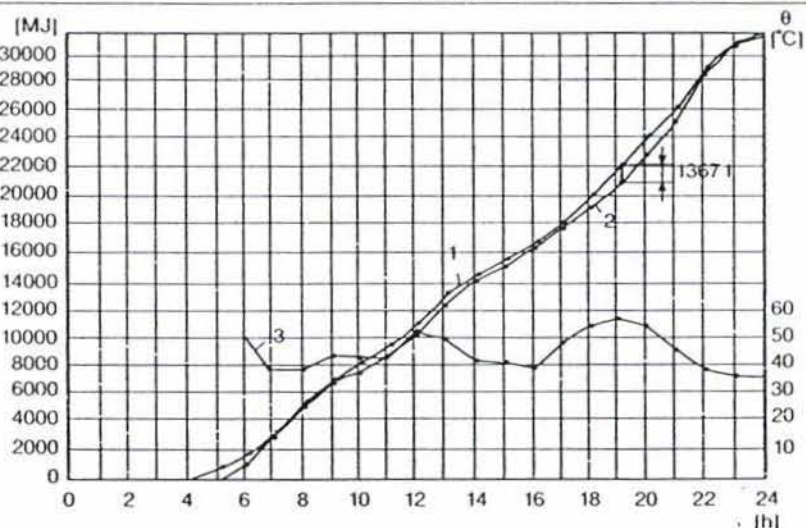


Fig. 2.9.24. Variația în timp a cantității de căldură transmise apei calde de consum, a cantității de căldură furnizate de sursă și a temperaturii apei calde de consum:

1 - cantitatea de căldură cumulat, furnizată de sursă; 2 - cantitatea de căldură cumulat, transmisă apei calde consumate în instalații; 3 - variația temperaturii apei calde de consum.

procentuale din tabelul 2.9.5. În coloana 4 sunt trecute debitele de calcul q_c corespunzătoare valorilor procentuale orare și transpuse grafic în fig. 2.9.23.

În coloana 6 din tabelul 2.9.9 sunt calculate debitele de căldură $\dot{Q}_c$ [kW], iar în coloana 7, cantitățile de căldură $Q_{c,cumulat}$ [kJ]. În figura 2.9.24 sunt transpuse grafic valorile $Q_{c,cumulat}$ [MJ] (curba 2) și cantitățile de căldură cumulate furnizate de sursă $Q_{s,cumulat}$ [MJ] (curba 1); diferența maximă între curbele 1 și 2 măsurată pe ordonată reprezintă cantitatea de căldură transmisă apei acumulate $Q_a = 1367163$ [kJ].

Volumul necesar al boilerelor se calculează cu relația 2.9.17:

$$V = \frac{Q_{a,max}}{c_p(Q_{c,max} - Q_{c,min})} = \frac{1367163}{4186,8 \cdot 1000(60 - 40)} = 16,4 \text{ m}^3$$

Din tabelul 2.9.1 se aleg 4 boiler orizontale având fiecare volumul efectiv $V=5000$ l.

Variația temperaturii apei calde din boiler calculată cu relația 2.9.18 are valorile din tabelul 2.9.9 (coloana 12) și este transpusă grafic în figura 2.9.24.

Exemplul de calcul 2. Se dimensionează instalația de preparare a apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare de acumulare a apei calde pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu 480 apartamente, cunoscând că suma debitelor specifice $\sum nq_s = 225,6$ l/s, celelalte date sunt același ca la exemplul de calcul 1.

Rezolvare. Cunoscând suma debitelor

specifice $\sum nq_s = 225,6$ l/s din figura 2.9.1 rezultă: cantitatea de căldură transmisă apei acumulate $Q_a = 1465,38$ MJ = 1465380000 J, volumul necesar al acumulatorilor $V=7 \text{ m}^3 = 7000$ l; sarcina termică a schimbătorului de căldură $\dot{Q}_s = 1,0467 \text{ MW} = 1046700 \text{ W}$.

Din tabelul 2.8.2 se aleg 2 rezervoare de acumulare a apei având fiecare capacitatea de 4000 l.

În continuare, se efectuează calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent tip ICMA, S-31Am, cunoscând sarcina termică $\dot{Q}_s = 1046700 \text{ W}$ și considerând ca agent termic apa caldă pentru încălzire are temperaturile: $\theta'_1 = 95^\circ\text{C}$; $\theta''_1 = 75^\circ\text{C}$.

Diferența medie logaritmică de temperatură va fi:

$$(\Delta\theta)_m = \frac{(75 - 10) - (95 - 60)}{\ln \frac{65}{35}} = \frac{30}{0,619} = 48,5 \text{ K}$$

Valoarea $(\Delta\theta)_m = 48,5^\circ\text{C}$ se poate obține și direct, din nomograma redată în figura 2.9.1.

Pentru calculul coeficientului global de transmitere a căldurii se folosește nomograma din figura 2.9.17.

Se calculează debitul de agent termic primar:

$$G_1 = \frac{\dot{Q}_s}{c(\theta'_1 - \theta''_1)} = \frac{1046700}{4186,8(95 - 75)} = 12,5 \text{ kg/s} = 45 \text{ t/h}$$

și temperatura medie:

$$\theta_{med1} = \frac{(\theta'_1 + \theta''_1)}{2} = \frac{95 + 75}{2} = 85^\circ\text{C},$$

pentru care, din nomogramă (fig. 2.9.18) rezultă $w_1 = 1,02 \text{ m/s}$.

Se calculează debitul de apă caldă de consum:

$$G_2 = G_c = \frac{\dot{Q}_s}{c_2(\theta'_2 - \theta''_2)} = \frac{1046700}{4186,8(60 - 10)} = 5 \text{ kg/s} = 18 \text{ t/h}$$

și temperatura medie $\theta_{med2} = (\theta'_2 + \theta''_2)/2 = (10 + 6)/2 = 8^\circ\text{C}$, pentru care, din nomogramă (fig. 2.9.18) rezultă $w_2 = 1,05 \text{ m/s}$.

Cu valorile de mai sus, din nomogramă (fig. 2.9.1) rezultă $k = 2477 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Suprafața necesară de schimb de căldură este:

$$S = \frac{\dot{Q}_s}{\phi k (\Delta\theta)_m} = \frac{1046700}{0,85 \cdot 2477 \cdot 48,5} = 10,2 \text{ m}^2$$

Din tabelul 2.9.4 se alege un aparat în contracurent tip ICMA în S 31 Am/2x 4000 (cu 2 tronsoane având fiecare lungimea de 4,0 m) cu suprafața efectivă de schimb de căldură $S = 11 \text{ m}^2$.

Tabelul 2.9.9. Calculul cantității de căldură transmise apei cumulate în boiler (exemplu de calcul 1)

Ora	P [%]	P cumulat [%]	q_c [m ³ /h]	Q_c cumulat [m ³]	Q_c [kW]	Q_c cumulat [kJ]	Q_s [kW]	Q_s cumulat [kJ]	Q_a [kW]	$\Delta\theta$ [K]	$\Delta\theta_{c \text{ min}}$ [K]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	2,8	2,8	4,21	4,21	244,76	881136	300,0	1800000	918864	13,7	53,5
6-7	8,6	11,4	12,94	17,15	752,32	3589535	500,0	3600000	10465	0,2	40,2
7-8	6,3	17,7	9,48	26,63	551,62	5573721	550,0	5580000	6279	0,1	40,1
8-9	4,7	22,4	7,07	33,70	411,05	7053488	550,0	7560000	506512	7,5	47,5
9-10	2,9	25,3	4,36	38,06	253,49	7966046	300,0	8280000	313954	4,6	44,6
10-11	3,8	29,1	5,72	43,78	332,56	9163256	300,0	9720000	556744	8,2	48,2
11-12	4,8	33,9	7,22	51,00	419,77	10674419	550,0	11700000	1025581	15,2	55,2
12-13	6,8	40,7	10,23	61,23	594,77	12815581	550,0	13752000	936419	13,8	53,0
13-14	5,3	46,0	7,97	69,20	463,37	14483721	300,0	14832000	348279	5,2	45,2
14-15	3,5	49,5	5,27	74,47	306,39	15586744	300,0	15912000	325256	4,8	44,8
15-16	3,9	53,4	5,87	80,34	341,28	16815349	300,0	16992000	176651	2,6	42,6
16-17	4,1	57,5	6,16	86,50	358,14	18104651	530,0	18900000	795349	11,7	51,7
17-18	4,7	62,2	7,07	93,57	411,05	19584419	5300	20808000	1223591	18,1	58,1
18-19	5,6	67,8	8,43	102,00	490,12	21348837	530,0	22716000	1367163	20	60
19-20	6,5	74,3	9,78	111,78	568,60	23395814	530,0	24624000	1228186	18,2	58,2
20-21	7,7	82,0	11,58	123,36	673,25	25819535	530,0	26532000	712465	10,4	50,4
21-22	10,9	92,9	16,40	139,76	953,49	29252093	800,0	29412000	159907	2,3	42,3
22-23	5,4	98,3	8,13	147,89	530,81	30953721	4300	30960000	6279	0,1	40,1
23-24	1,7	100,0	2,56	150,45	148,84	31489535	150,0	31500000	10465	0,2	40,2

2.10. Instalații locale pentru prepararea apei calde de consum

În cazul clădirilor care nu dispun de instalații de încălzire centrală, cum sunt unele clădiri din centrele urbane (clădiri de locuit individuale, ateliere mici, restaurante etc.) localitățile rurale, sau din zona montană (vile, moteluri etc.), se prevăd instalații locale pentru prepararea apei calde de consum.

Aparatele locale pentru prepararea apei calde de consum, se clasifică după următoarele criterii:

- forma de energie folosită: energie

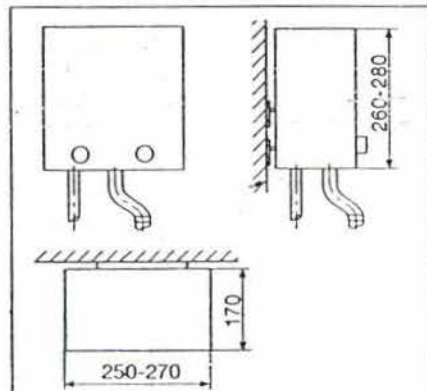


Fig. 2.10.1. Încălzitor electric instantaneu pentru apă caldă de consum.

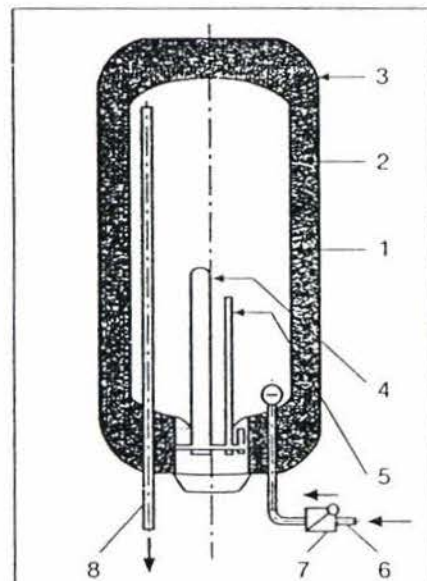


Fig. 2.10.2. Boiler electric:

1 - mantaua boilerului cu tablă din oțel acoperită la interior cu un strat din email sau din material plastic special (rezistent la temperatura apei calde); 2 - izolație termică; 3 - manta metalică de protecție, acoperită la exterior cu un strat din email alb; 4 - rezistență electrică; 5 - termostat; 6 - racord la conducta de alimentare cu apă rece sub presiune; 7 - ventil de reținere; 8 - racord la conducta de distribuție a apei calde de consum.

electrică, gaze naturale, energie solară; combinate (energie solară și energie electrică etc.);

- modul de preparare a apei calde de consum: încălzitoare instantanee, cu acumulare (boilere) sau semiacumulare.

2.10.1. Aparate electrice pentru prepararea locală a apei calde de consum

2.10.1.1 Încălzitoare electrice instantanee

Se racordează direct la punctul de consum al apei calde (de exemplu, la bateria spălatorului de vase pentru bucătărie). În mod uzual, ele asigură debite de apă caldă cuprinse între 5 și 10 l/min.

Încălzitorul electric instantaneu prezentat în figura 2.10.1, are următoarele caracteristici tehnice: debitul - 5 l/min; puterea electrică - 2 kW (la tensiunea electrică de 220 V și frecvența 50 Hz); timpul de încălzire pentru 1 l apă la temperatura de 60 °C - 2 min; masa totală a aparatelor - 8 kg; dimensiunile aparatului sunt redate în figura 2.10.1.

2.10.1.2 Boilere electrice

Se compun dintr-un rezervor metalic cilindric închis (fig. 2.10.2) izolat termic la exterior având montate în interior rezistențe electrice, prin care, trecând curentul electric, se degajă o cantitate de căldură preluată direct de apa de consum, care se încălzește până la temperatura de utilizare.

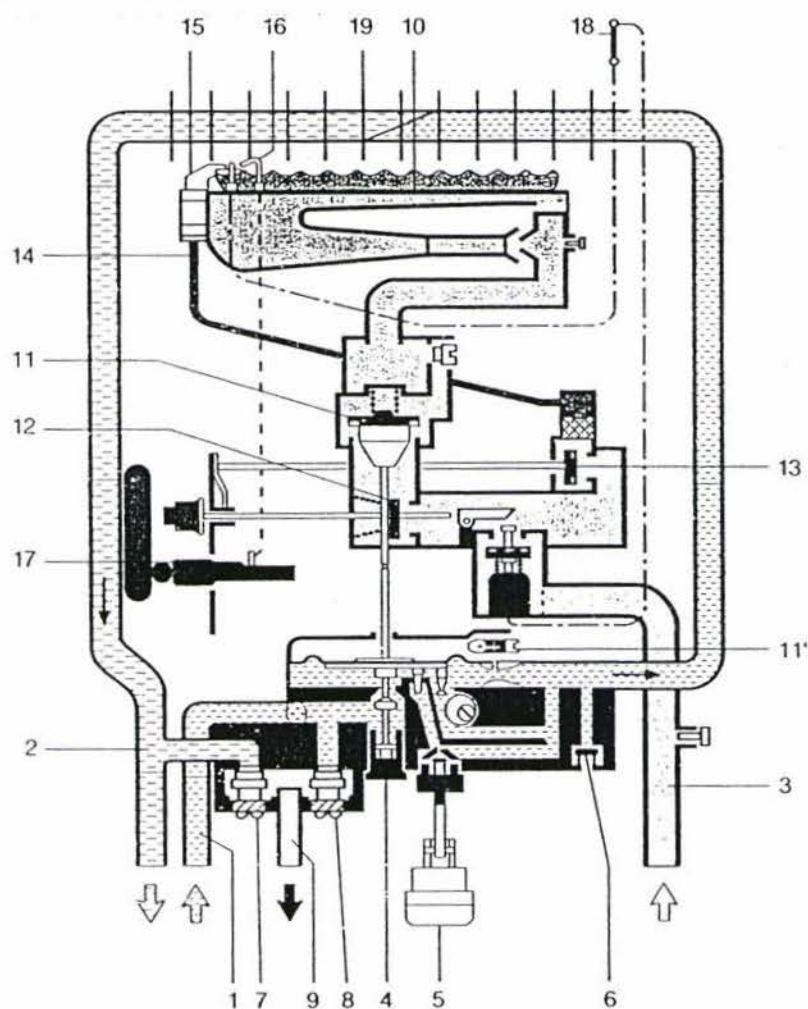


Fig. 2.10.3. Încălzitor instantaneu de apă, funcționând cu gaze naturale cu flacără modulantă, tip BOSCH-JUNKERS:

1 - conductă de apă rece; 2 - conductă de apă caldă; 3 - conductă de gaze; 4 - regulator al debitului de apă; 5 - selector pentru debitul de apă; 6 - șurub de golire; 7 - dop de închidere pe conducta de apă caldă; 8 - dop de închidere pe conducta de apă rece; 9 - conductă de golire; 10 - arzător de gaze; 11 - ventil de gaze; 11' - ventil de gaze pentru aprindere lentă; 12 - ventil principal de gaze; 13 - ventil de gaze pentru flacăra de veghe; 14 - tub de gaz pentru flacăra de veghe; 15 - arzător pentru flacăra de veghe; 16 - electrod de aprindere; 17 - aprinzător piezo-electric; 18 - supraveghetor termic al gazelor de ardere; 19 - schimbător de căldură din țevă cu aripioare.

Temperatura este menținută constantă de un termostat care închide sau deschide circuitul electric de alimentare a rezistențelor electrice, când temperatura apei calde tinde să scadă sau să crească. Apa rece pătrunde în rezervor pe la partea inferioară și este preluată de la partea superioară a rezervorului (deoarece prin încălzire își micșorează greutatea specifică și se ridică la partea superioară a acestuia). Pe conducta de alimentare cu apă rece se montează un ventil de reținere.

Boilerele electrice se execută cu capacități de 40 și 100 l.

2.10.2. Aparate pentru prepararea locală a apei calde de consum, folosind gaze naturale

2.10.2.1 Încălzitoare instantanee de apă

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze (fig. 2.10.3) cu flacără modulată tip BOSCH-JUNKERS au o construcție specială. Ele se montează în apropierea locului de utilizare a apei calde și a coșului de fum, dar, cu accesoriile corespunzătoare, pot asigura apă caldă și la distanță.

Aparatele sunt livrate complete, în cursul montării trebuind efectuate numai racordurile la conductele de alimentare cu apă rece, respectiv de distribuție a apei calde de consum și la coșul de fum.

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze naturale, pot fi racordate la orice rețea de apă potabilă

(presiunea maximă a apei 6 bar, presiunea minimă 1,0...1,2 bar).

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze naturale au puteri termice cuprinse între 8 și 20 kW, asigurând debite de apă caldă între 2,2 și 12,0 l/min. Consumul de gaze naturale este cuprins între 2,21 și 2,81 m³/h, la presiunea de 20 mbar, iar consumul de gaz petrolier lichiefiat între 1,80 și 2,20 m³/h la presiunea de 30 mbar. Aparatele sunt echipate cu arzătoare de gaze de tip atmosferic.

De asemenea, sunt echipate cu unități de reglare continuă a debitului de gaz, în funcție de debitul apei de trecere. În acest fel, pot fi utilizate și la alimentarea unor consumatori mici (de exemplu, spălător de mâini, bideu), întrucât chiar la debitul de apă caldă de 2,5 l/min se asigură temperatura constantă a apei calde.

Cu ajutorul butonului de reglare a temperaturii, pot fi asigurate diferite temperaturi ale apei calde, în funcție de debitul de apă.

În cazul utilizării unor baterii de amestec

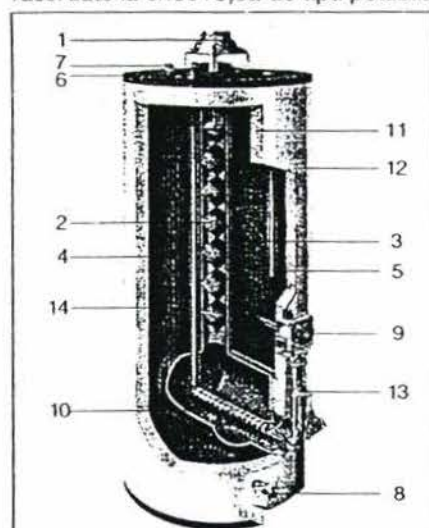


Fig. 2.10.4. Boiler generator de apă caldă, funcționând cu gaze naturale: 1 - deflector; 2 - element de turbionare a gazelor de ardere; 3 - țevă de fum; 4 - rezervor interior; 5 - anod de protecție; 6 - racord de apă rece; 7 - racord de apă caldă; 8 - ștuț de golire; 9 - unitate de reglare pentru gaze; 10 - arzător și dispozitiv de aprindere; 11 - izolație termică; 12 - îmbrăcămintă exterioră; 13 - aprinzător piezo-electric; 14 - țevă de imersiune a apei reci.

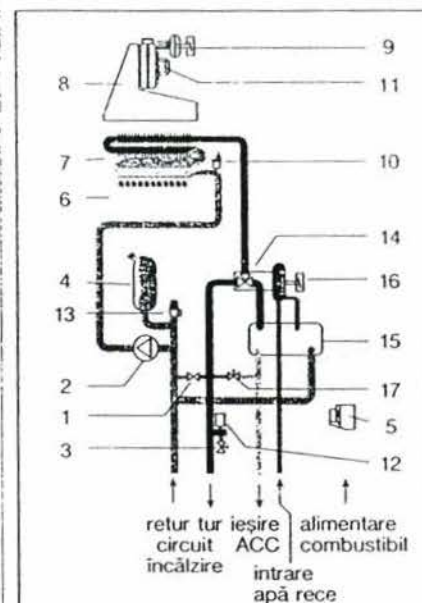


Fig. 2.10.5. Schema de principiu a unui cazan de apartament (cazan mural) pentru încălzire și prepararea apei calde de consum, funcționând cu gaze naturale tip MICRA 28E (HERMANN-Germania):

1 - robinet de by-pass la instalația de încălzire; 2 - pompă de circulație; 3 - robinet de golire instalație; 4 - vas de expansiune; 5 - electrovană modulată de gaz; 6 - arzător; 7 - schimbător de căldură pentru încălzire; 8 - colector pentru gaze de ardere; 9 - presostat pentru gaze de ardere; 10 - deaerator; 11 - ventilator; 12 - presostat la lipsa de apă; 13 - supapă de siguranță pe circuitul de încălzire (3 bar); 14 - robinet cu 3 căi; 15 - schimbător de căldură ACC; 16 - presostat de prioritate; 17 - robinet de umplere al instalației de încălzire.

sau robinete cu termostat, poate fi folosită reglarea automată a puterii, fără nici un fel de limitare.

La alegerea locului de instalare, trebuie avut în vedere să nu existe degajări de substanțe chimice (fluor, clor, sulf etc.) care pot cauza coroziunea cosului în cursul exploatării aparatului.

2.10.2.1 Boilere generatoare de apă caldă

Sunt aparate metalice, cilindrice, verticale, căptușite la exterior cu izolație termică (fig. 2.10.4) și prevăzute la partea inferioară cu un focar în care se montează arzătorul de gaze și arzătorul de aprindere. Gazele de ardere trec printr-un tub central prevăzut cu element de turbionare și sunt evacuate pe la partea superioară printr-un deflector într-o conductă (care poate fi un tub flexibil) racordată la coșul de fum.

Boilerele funcționează în regim de acumulare a apei calde și pot fi folosite pentru alimentare cu apă caldă a punctelor de consum dintr-un apartament sau din clădiri individuale cu 3-4 apartamente, a bateriilor de dușuri din ateliere mici de producție, a restaurantelor etc.

Regulatorul de temperatură încorporat și dispozitivele de siguranță garantează utilizatorului o exploatare facilă și o fiabilitate ridicată a aparatului. Cerințele de întreținere sunt minime. Aparatul poate fi montat cu sau fără regulator de presiune.

Necesarul de spațiu pentru montare fiind relativ mic, aparatul poate fi amplasat, cât mai aproape de punctele de utilizare a apei calde de consum, cu respectarea prevederilor din "Normativul de proiectare și executare a instalațiilor de alimentare cu gaze naturale" I 6. În cazul utilizării gazelor petroliere lichiefiate se interzice amplasarea încălzitoarelor și boilerelor sub cota terenului (ex: subsol).

2.10.3. Cazane pentru prepararea locală a apei calde de consum

Cazanele cu puteri termice sub 30 kW, funcționând cu gaze naturale și destinate încălzirii unui apartament și preparării apei calde de consum (cazane murale),

Tabelul 2.10.1. Caracteristici principale ale cazanului HERMANN gama MICRA

Caracteristici	Valori
înălțime	700 mm
lățime	450 mm
grosime	330 mm
diametrul conductei de fum	140 mm
putere	28 kW
debit de apă caldă de consum, la $\Delta\theta=35\text{ K}$	11 l/min
debit de:	
gaze naturale	3,28 m ³ /h
GPL	2,44 m ³ /h
masa:	35 kg

produse de numeroase firme străine (din Franța, Italia, Germania etc.) sunt complet automatizate și au randamente termice ridicate.

În figura 2.10.5, se prezintă schema de principiu de funcționare a cazanului mural mixt, cu puterea de 28 kW (produs de firma HERMANN - Germania, din gama MICRA), având caracteristicile prezentate în tabelul 2.10.1.

Cazanul asigură o producție de apă caldă instantanee, fără întârzieri legate de atingerea temperaturii, datorită utilizării electrovanei modulante de gaz, HONEYWELL. Este prevăzut cu un schimbător de căldură cu plăci care asigură furnizarea apei calde de consum. De asemenea, este echipat cu un presostat pentru gaze de ardere care întrerupe automat funcționarea cazanului în cazul funcționării defectuoase a coșului de fum.

În anumite situații se mai folosesc: cazanul de baie la presiune atmosferică și cazanul de baie sub presiune, ambele produse în țară.

Cazanul de baie la presiune atmosferică (fig. 2.10.6) se compune dintr-un focar din fontă și un cazan vertical din tablă din oțel, emailată la exterior, sau din cupru. Prin arderea combustibilului în focar, se degajă căldură care este cedată de gazele de ardere care circulă printr-un burlan ce trece prin spațiul de apă din cazan, încălzind-o până la temperatura de consum. În continuare, gazele de ardere sunt evacuate prin burlan la coș. Pe cazan se montează bateria amestecătoare pentru apă rece și caldă și racordul la duș. Apa rece pătrunde în cazan pe la partea inferioară și după încălzire iese pe la partea superioară. Cazanul se află sub presiunea rețelei de alimentare cu apă numai pe timpul funcționării lui, iar excesul de apă rezultat

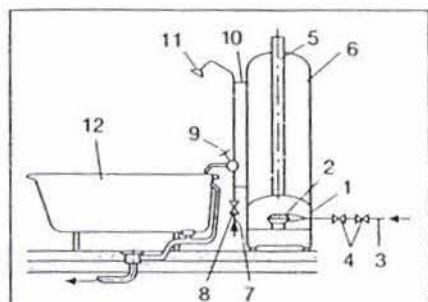


Fig. 2.10.6. Cazan de baie:

- 1 - sobă din fontă; 2 - arzător de gaze; 3 - conductă de alimentare gaze; 4 - robinet cu cep (cana) pentru gaze; 5 - coș de evacuare a gazelor de ardere; 6 - cazan; 7 - conductă de alimentare cu apă rece; 8 - robinet de închidere; 9 - bateria amestecătoare de apă rece și caldă; 10 - țeavă de distribuție a apei calde; 11 - duș; 12 - cadă de baie.

prin dilatare în timpul încălzirii, se elimină prin para dușului. Cazanul are avantajul unei construcții simple și fără dificultăți în exploatare, dar are dezavantajul că poate fi utilizat la un singur consumator (baia).

Cazanul de baie sub presiune (fig. 2.10.7) este alcătuit dintr-un focar și un cazan vertical cu țevi de fum care comunică cu un colector din care gazele de ardere sunt evacuate la coș.

Cazanul este alimentat pe la partea inferioară dintr-un rezervor de înălțime, care funcționează în același timp și ca vas de expansiune, preluând excesul de apă rezultat din dilatare. Apa caldă este distribuită pe la partea superioară direct la punctele de consum.

Avantajul acestui tip de cazan este că, ocupând un spațiu restrâns și având o construcție relativ simplă, poate produce apă caldă pentru toate necesitățile unei clădiri individuale (atât pentru baie, cât și pentru bucătărie).

2.10.4. Instalații solare pentru prepararea locală a apei calde de consum

Utilizarea energiei solare pentru încălzirea apei calde de consum constituie o soluție economică dacă există condiții climatice favorabile. În țările cu climă temperată, acest sistem este cuplat cu alte surse de

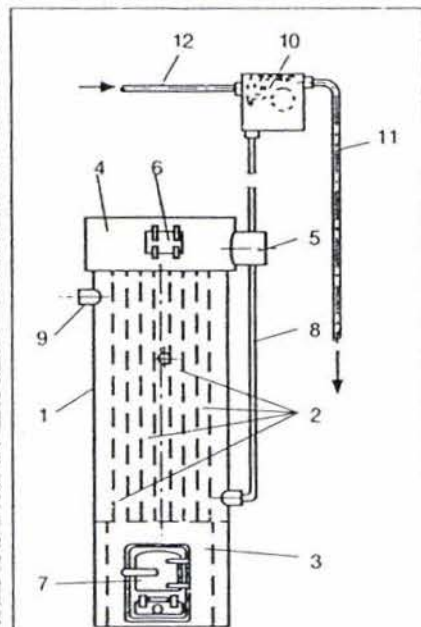


Fig. 2.10.7. Cazan de presiune pentru preparat apă caldă:

- 1 - manta; 2 - țevi pentru circulația gazelor de ardere; 3 - focar; 4 - colector de gaze de ardere; 5 - racord la coșul de fum; 6 - ușă de control; 7 - ușile focarului; 8 - țeavă de alimentare cu apă rece; 9 - ștuț pentru apă încălzită; 10 - rezervor de rupere a presiunii; 11 - preaplin; 12 - conductă de alimentare cu apă de la rețeaua publică.

energie pentru prepararea apei calde de consum, cu energie electrică sau energie termică de la un punct termic sau o centrală termică.

Captarea energiei solare se poate realiza în mai multe moduri, și anume: cu panouri solare, cu oglinzi parabolice, cu baterii solare etc.

Cel mai utilizat este sistemul cu panouri solare. Panoul solar este constituit dintr-o ramă metalică sau din lemn, având interiorul vopsit cu vopsea neagră absorbantă de radiații. În interiorul panoului se montează o serpentină din țevi cu aripioare longitudinale vopsite în negru sau cu țevi fixate de o tablă vopsită în negru, racordate la un distribuitor și respectiv, un colector. Partea inferioară a panoului solar este izolată termic.

În circuitul solar, apa este vehiculată de o pompă. Căldura preluată prin radiația solară de către apa din circuitul solar este cedată, printr-o serpentină de încălzire, masei de apă dintr-un rezervor de

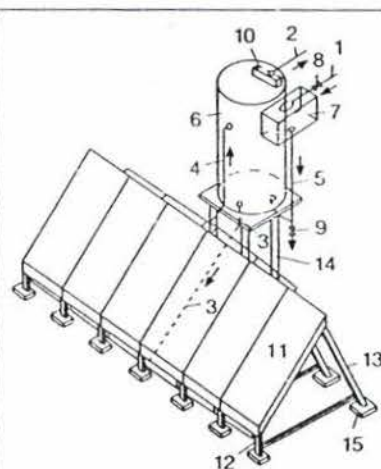


Fig. 2.10.8. Instalație solară de preparare a apei calde de consum cu circulație prin gravitație:

- 1 - conductă de alimentare cu apă rece; 2 - conductă de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de ducere a apei de la fundul rezervorului de acumulare la captatoarele solare; 4 - conducte de întoarcere a apei de la captatoarele solare la rezervorul de acumulare; 5 - conductă de racord dintre rezervorul de alimentare cu apă rece și rezervorul de acumulare a apei calde; 6 - rezervor de acumulare a apei calde preparată solar; 7 - rezervor de alimentare cu apă rece cu nivel constant de apă; 8 - robinet cu plutitor de alimentare cu apă rece a rezervorului 7; 9 - robinet de golire; 10 - igheab de colectare a apei calde; 11 - captatoare soiare; 12 - suport scurt, pentru montarea captatoarelor; 13 - suport lung, pentru montarea captatoarelor; 14 - suport pentru rezervorul de acumulare; 15 - placă de sprijin a suporturilor.

acumulare, prevăzută la partea inferioară cu un racord la rețeaua de alimentare cu apă rece sub presiune și la partea superioară cu racord la rețeaua de distribuție a apei calde de consum.

Pompa din circuitul solar este pusă în funcțiune la comanda unui regulator diferențial de temperatură, care primește impulsuri de la 2 termostate, unul controlând temperatura apei din rezervorul de acumulare și celălalt din panoul solar. Temperatura apei calde de consum, poate fi reglată printr-un termostat care comandă un ventil cu 3 căi ce realizează o reglare proporțională între debitul de apă caldă evacuat din rezervor și un debit de apă rece.

În figura 2.10.8 este prezentată o instalație solară de preparare a apei calde de consum, cu circulație gravitațională.

În figura 2.10.9 este prezentată o instalație solară de preparare a apei calde de consum cu circulație prin pompă în varianta a, fără schimbător de căldură, iar în varianta b cu circulația agentului termic solar prin serpentina unui boiler vertical.

În cazul în care este necesară o sursă

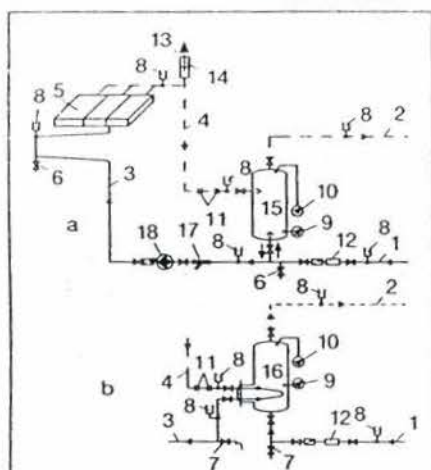


Fig. 2.10.9. Schemele instalațiilor solare de preparare a apei calde, fără sursă auxiliară cu circulația apei calde cu pompe:

a - fără schimbător de căldură;

b - cu schimbător de căldură;

1 - conductă de alimentare cu apă rece; 2 - conductă de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de ducere a apei la captatoarele solare; 4 - conductă de întoarcere a apei calde de la captatoarele solare; 5 - captatoare solare; 6 - robinet de golire; 7 - robinet de golire și de încărcare; 8 - punct de măsurare a temperaturii (locas pentru termometru); 9 - termometru; 10 - termometru manometric; 11 - tronson de măsurare a debitului; 12 - apometru; 13 - dispozitiv automat de deaerisire; 14 - vas de expansiune închis; 15 - acumulator de apă caldă preparată solar; 16 - boiler vertical; 17 - reținător de nămol; 18 - pompă de circulație a apei.

auxiliară, se prevede, în circuitul de apă caldă preparată solar, un schimbător de căldură auxiliar cu agent termic apă caldă sau apă fierbinte (fig. 2.10.10).

2.11. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă

2.11.1. Organizarea lucrărilor de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă

Pentru obiectivele de investiții publice, proiectantul elaborează graficul de eșalonare a executării lucrărilor de instalații. Organizarea executării acestor lucrări, revine unităților specializate de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă, care sunt atestate în acest scop.

Pentru obiectivele de investiții private,

de cele mai multe ori, proiectarea și executarea lucrărilor de instalații este asigurată de aceeași unitate specializată.

La executarea instalațiilor de alimentare cu apă se recomandă prevederile Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, I 9.

Executarea lucrărilor de instalații de alimentare cu apă se face coordonat cu celelalte instalații, coordonarea fiind necesară pe întreg parcursul executării și montării instalațiilor, începând de la trasare.

2.11.2. Trasarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă de consum

Prin operația de trasare se înțelege stabilirea cotelor de montare a conductelor de distribuție și a punctelor consumatoare

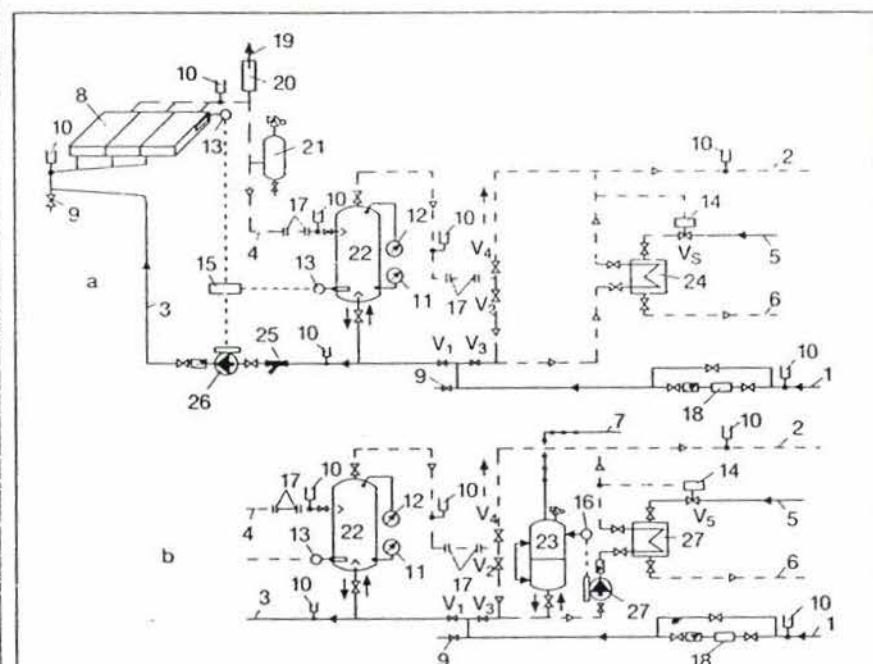


Fig. 2.10.10. Schemele instalațiilor solare de preparare a apei calde cu acumulatori fără schimbătoare de căldură racordate în serie cu instalațiile de preparare a apei calde ale sursei auxiliare cu schimbătoare de căldură în contracurent:

a - cu presiune suficientă pe rețeaua de alimentare cu apă rece; b - cu presiune insuficientă pe rețeaua de alimentare cu apă rece;

1 - conductă de alimentare cu apă rece; 2 - conductă de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de ducere a apei la captatoarele solare; 4 - conductă de întoarcere a apei calde de la captatoarele solare; 5 - conductă de ducere a agentului termic spre aparatul de contracurent; 6 - conductă de întoarcere a agentului termic de la aparatul în contracurent; 7 - conductă de aer comprimat; 8 - captatoare solare; 9 - robinet de golire; 10 - punct de măsurare a temperaturii (locas pentru termometru); 11 - termometru; 12 - termometru manometric; 13 - traductor de temperatură al sistemului de reglare; 14 - regulator direct de temperatură; 15 - sistem de automatizare pentru pornirea și oprirea pompei de circulație; 16 - presostat; 17 - tronson de măsurare a debitului; 18 - apometru; 19 - dispozitiv automat de deaerisire; 20 - vas de deaerisire; 21 - vas de expansiune închis; 22 - acumulator de apă caldă preparată solar; 23 - recipient hidropneumatic; 24 - schimbător de căldură în contracurent al sursei auxiliare; 25 - reținător de nămol; 26 - pompă de circulație a apei între rezervorul de acumulare și captatoarele solare; 27 - pompă pentru asigurarea presiunii necesare la punctele de consum; V - vane.

de apă din clădire. Trasarea instalației interioare de alimentare cu apă se face pe baza datelor din proiect și a planului de coordonare a tuturor rețelelor de conducte (apă rece, apă caldă de consum, canalizare etc.) ce se montează în aceeași clădire.

Operația de trasare a instalațiilor începe în faza în care pereții sunt încă netencuiți, iar pardoseala încăperilor neturnată. De aceea, este necesar să existe un element comun de referință. Acest element se numește "linia la un metru" sau "linia de vândris" situată la înălțimea de un metru de la cota pardoselii finite. Înălțimea ei se stabilește într-un punct în care se cunoaște cu precizie cota pardoselii finite și se transmite în fiecare încăpere cu un furtun de nivel cu țevi din sticlă la capete. Față de această linie se stabilesc cotele de montare a punctelor consumatoare de apă și a conductelor din instalație.

Trasarea în plan orizontal a instalației interioare cuprinde:

- stabilirea amplasării conductelor principale de distribuție și a cotelor de amplasare a reazemelor pentru conducte;
- pozițiile și cotele de amplasare a coloanelor și a golurilor necesare pentru trecerea acestora, prin planșee, iar în cazul coloanelor montate îngropat, pozițiile șlițurilor ce trebuie executate în zidărie;
- pozițiile punctelor de consum a apei (ale obiectelor sanitare).

Trasarea în plan vertical a instalației interioare (fig. 2.11.1) cuprinde:

- traseul conductelor pe pereții clădirii și punctele de fixare;
- înălțimea de montare a obiectelor sanitare, locul de amplasare a diblurilor necesare pentru montarea consolelor și cotele de montare a conductelor de legătură pentru apa rece și caldă, de la obiectele sanitare la coloane;
- golurile necesare pentru traversarea pereților interiori și exteriori ai clădirii.

Trasarea conductelor de alimentare cu apă din interiorul clădirii trebuie să fie paralelă cu pereții sau cu linia stălpilor și să urmeze drumul cel mai scurt până la punctele de consum care trebuie alimentate cu apă. Nu se admite montarea

conductelor cu trasee oblice față de pereți și plafon sau urcând prin mijlocul pereților. Numai conductele ce coboară la obiectele sanitare sau la aparate pot fi montate departe de colțul încăperii, la pozițiile respective prevăzute în proiect.

2.11.3. Executarea străpungerilor și șlițurilor în elementele de construcție în vederea montării instalațiilor interioare

Montarea instalațiilor în clădire necesită trecerea conductelor prin ziduri sau planșee sau amplasarea lor în goluri executate în elementele construcției. Majoritatea golurilor necesare montării conductelor sunt realizate de constructori o dată cu turnarea planșeelor sau executarea pereților. Rămân totuși de executat unele străpungeri, șlițuri (șanțuri verticale prin ziduri), goluri etc. care sunt absolut necesare pentru trecerea conductelor și care se execută astfel încât să nu afecteze în nici un fel rezistența, stabilitatea și siguranța construcției. De aceea, pozițiile acestor goluri sau străpungeri se stabilesc împreună și de comun acord cu constructorul.

Executarea străpungerilor și a șlițurilor se face manual sau mecanic. În cazul execuției manuale se utilizează dălți late, șpituri din oțel special și un ciocan. În cazul execuției mecanizate se folosesc dispozitive acționate pneumatic pentru dălțuire și străpungeri sau burghie și freze pentru forare în ziduri.

2.11.4. Tehnologia de executare și montare a rețelelor interioare de conducte și a armăturilor anexe

2.11.4.1 Executarea și montarea conductelor principale de distribuție a apei

- Executarea și montarea țevelor din materiale plastice

Îmbinarea țevelor din polietilenă (PE), polipropilenă (PP) sau policlorură de vinil (PVC) rezistente la presiunea interioară de regim a apei (6 bar) se poate face: prin

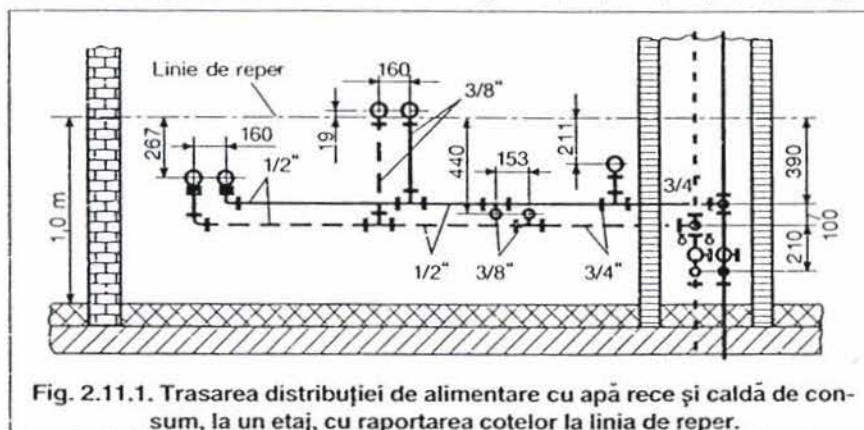


Fig. 2.11.1. Trasarea distribuției de alimentare cu apă rece și caldă de consum, la un etaj, cu raportarea cotelor la linia de reper.

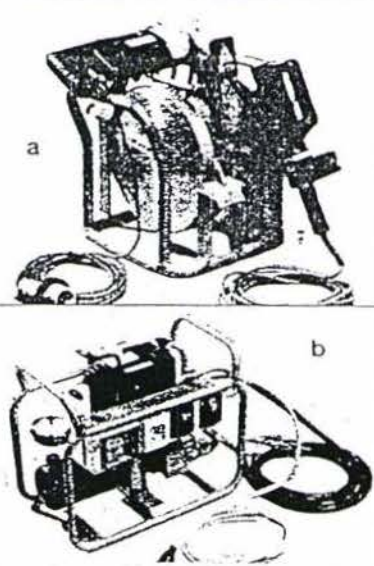


Fig. 2.11.2. Mașina electrică pentru sudarea țevelor și fittingurilor din materiale plastice (PE, PP, PVC): a - suportul pentru termoplacă și freză electrică; b - centrala electrohidraulică cuplată cu un sistem de control, care menține constantă presiunea în timpul sudării chiar când motorul electric este oprit.

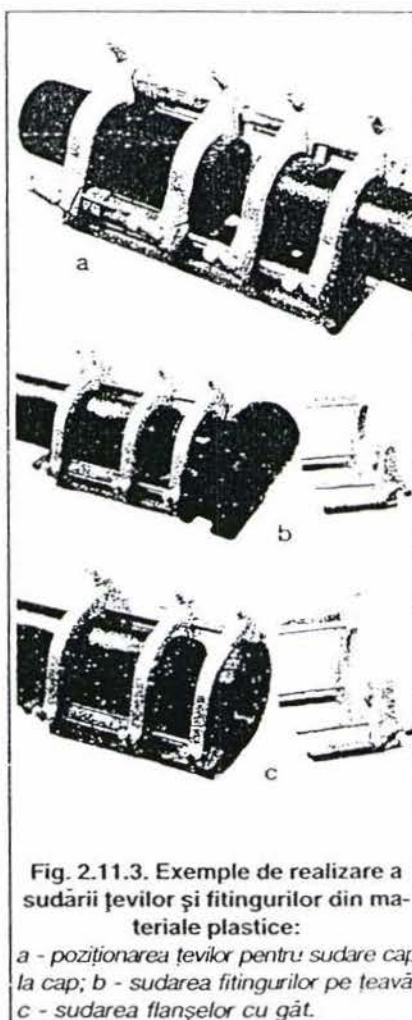


Fig. 2.11.3. Exemple de realizare a sudării țevelor și fittingurilor din materiale plastice:

- a - poziționarea țevelor pentru sudare cap la cap;
- b - sudarea fittingurilor pe țevă;
- c - sudarea flanșelor cu gât.

sudare sau lipire (îmbinări fixe), prin flanșe sau cu racorduri olandeze (îmbinări demontabile).

Pentru sudarea țevilor și fittingurilor din materiale plastice (PE, PP) se folosesc mașini electrice cu comandă numerică (de exemplu, din seria EUROSTANDARD

sau RITMO).

Toate modelele sunt echipate cu (fig. 2.11.2):

- termoplacă tratată cu materiale anti-adezive, cu control electronic al temperaturii de sudare (fig. 2.11.2a);
- freză electrică cu dispozitiv de

siguranță;

- unitate electrohidraulică, cu furtunuri hidraulice cu conectare rapidă și un distribuitor special care face posibilă executarea unui ciclu complet de sudură prin manevrarea unui singur levier (fig. 2.11.2b).

Caracteristicile tehnice generale ale acestor sisteme sunt: tensiune de alimentare: 220 V, 50 Hz; tensiune de ieșire: <50 V; putere maximă: 2500 W; temperatura de lucru: -5...+40 °C; timp de sudare: 20...999 s, cu corecții aplicate în funcție de temperatura ambiantă.

Tipul de sudură și puterea de încălzire sunt reglate automat în funcție de: diametru, tipul țevilor și al fittingurilor ce urmează a fi sudate și temperatura ambiantă. Parametrii care controlează procesul de sudare sunt selectați cu ajutorul butoanelor aparatului și apoi confirmați după afișarea pe display. După selectare, se apasă butonul START și cronometrul începe numărătoarea inversă; când contorul indică 000 sec, sudura este realizată. În figura 2.11.3 sunt prezentate exemple de realizare a sudării țevilor și fittingurilor din materiale plastice.

Îmbinarea prin lipire a conductelor din PVC se poate realiza direct țevă cu țevă, sau cel mai des, cu fittinguri (coturi, teuri, reductii etc.).

Pentru îmbinarea prin lipire, cele două suprafețe ale conductelor ce urmează a fi puse în contact se calibrează, se înăspresc prin frecare cu hârtie abrazivă, se

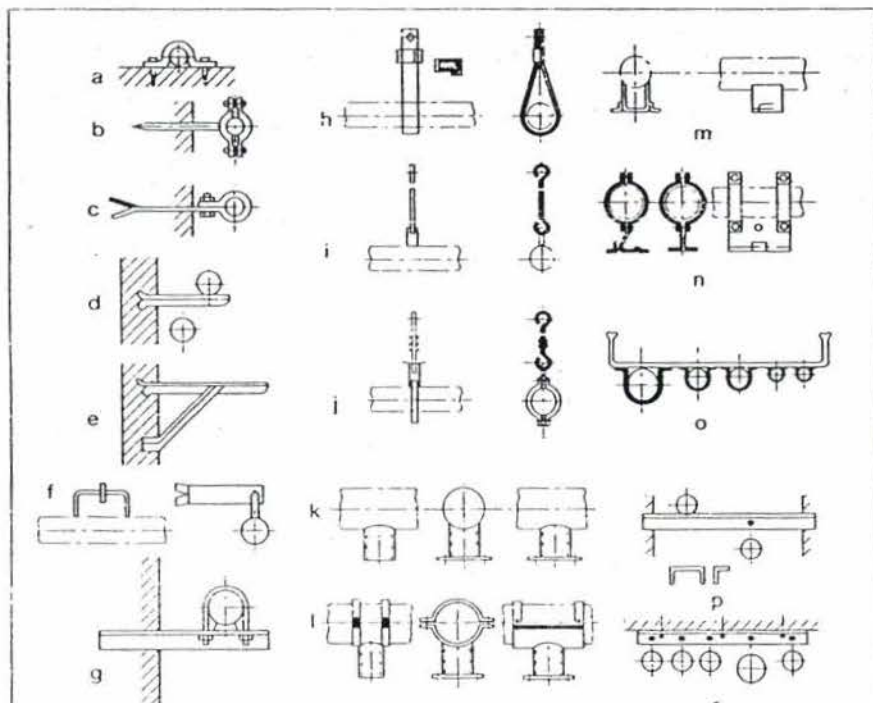


Fig. 2.11.4. Sisteme de susținere a conductelor:

a - cu bride prinse cu șuruburi; b și c - cu brățări; d, e, f, g - cu console; h, i, j - cu susținătoare prinse de armătura elementelor de construcție; k, l, m, n - pe suporturi din profile metalice; o, p, r - cu console dublu încastrate, confecționate din profile metalice.

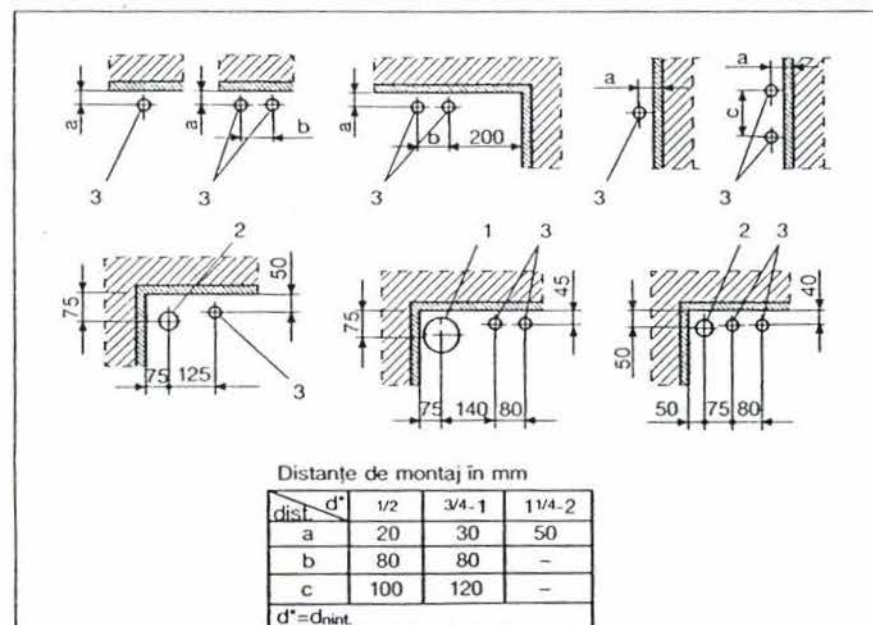


Fig. 2.11.6a. Poziții și distanțe de montare pentru coloanele de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum și canalizare, în cazul montării aparente a conductelor:

- 1 - conductă de canalizare Ø100 mm; 2 - conductă de canalizare Ø50 mm; 3 - conductă de alimentare cu apă rece, respectiv, apă caldă de consum.

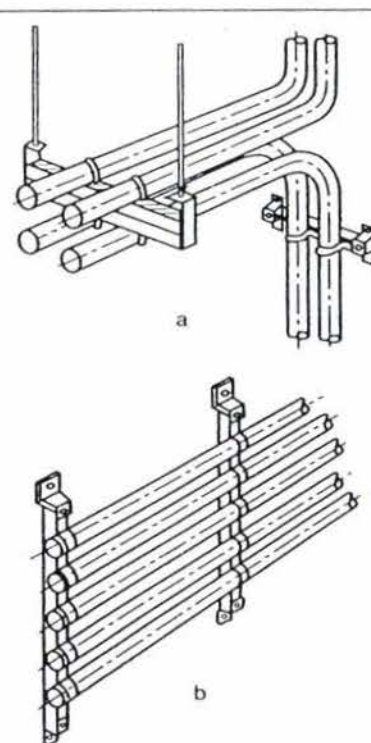


Fig. 2.11.5. Montarea conductelor: a - în plasă orizontală; b - în plasă verticală.

șterg bine cu o cârpă uscată, se degreasează cu dicloretan și apoi se ung cu adeziv. După lipire, țeava trebuie să stea nemişcată timp de 24 h, în atmosferă uscată, fără praf și la temperatura ambiantă, cuprinsă între +10 și +40 °C. Atât în timpul lipirii cât și ulterior, la montaj, conductele din PVC trebuie ferite de zgârieturi, loviri sau acțiuni mecanice.

Îmbinarea conductelor din PVC prin flanșe se poate face folosind flanșe sudate pe țevi, în atelier, sau flanșe sudate la capetele țevelor bercluite.

Îmbinările demontabile între țevile din materiale plastice sau între acestea și țevile sau armăturile metalice se realizează cu racorduri olandeze.

Pentru preluarea dilatărilor conductelor, se montează compensatoare de dilatare, între două puncte fixe. Curbele se execută cu dispozitive hidraulice pentru îndoiti țevi.

Tronsoanele de conducte prelucrate sunt aduse la locul de montare pentru a fi îmbinate și fixate la pozițiile trasate. În cazul distribuției inferioare, conducta principală de distribuție se montează în subsol, prinsă de planșeu sau de pereții clădirii. Mai întâi se execută o montare provizorie, conductele fiind suspendate cu sârmă, fie pe planșeu, fie pe șpițuri bătute în pereți; după îmbinare, conductele sunt fixate cu ajutorul brățarilor sau consolelor de susținere (fig. 2.11.4).

De regulă, conductele de distribuție a apei reci se amplasează și se montează în clădiri, ținând seama de coordonarea cu celelalte rețele cum sunt: de distribuție a apei calde de consum, de canalizare, de ducere și de întoarcere a apei calde pentru încălzire etc. Montarea acestor conducte se poate face în plasă orizontală (fig. 2.11.5a) sau în plasă verticală

(fig. 2.11.5b).

Conductele principale de distribuție se montează cu pantă de 2...5 mm/m, care poate fi ascendentă pentru eliminarea aerului, sau descendentă pentru golirea conductelor.

La trecerea conductelor prin pereți sau planșee, se montează tuburi protecțoare din țevi din oțel, având diametre cu o dimensiune mai mare decât cele ale conductelor de distribuție pentru a permite deplasarea conductelor la variații de temperatură (la dilatare).

• **Executarea și montarea țevelor din oțel zincate**

Țevile din oțel zincate se îmbină cu fittinguri din fontă maleabilă zincată sau prin flanșe, îmbinarea prin sudură, în general, nefiind admisă. Filetul țevelor (corespunzător prevederilor STAS 402) trebuie să permită înșurubarea pieselor, cu mâna, până la cel puțin 1/2 și cel mult 3/4 din lungimea filetului piesei. Îmbinarea cu filet se etanșează cu fuier de cânepă, îmbibat cu pastă de miniu de plumb sau pastă de grafit amestecată cu ulei de în fier, sau alte materiale omologate în acest scop. Îmbinările prin flanșe se etanșează cu garnituri confecționate din carton (STAS 1733), unse cu pastă de miniu de plumb sau grafit îmbibat în ulei de în fier sau cu alte materiale omologate. Îmbinările cu racorduri olandeze se utilizează în locuri accesibile, vizitabile și unde sunt posibile demontări.

Țevile din oțel, zincate, se fixează de elementele de construcție cu aceleași sisteme de susținere ca și conductele din materiale plastice (fig. 2.11.4).

2.11.4.2 Montarea coloanelor

Coloanele se amplasează în centrul de

greutate al punctelor de consum pe care le alimentează. Ele se pot monta aparent, în șlițuri sau îngropat în tencuiala pereților (fig. 2.11.6).

Când coloanele se montează aparent, din motive de estetică se amplasează pe cât posibil în colțurile încăperilor și, de regulă, în colțurile încăperilor care conțin instalații sanitare (closețe, băi, bucătărie). La montarea coloanelor trebuie să se prevadă posibilitatea izolării fiecăreia dintre ele de restul instalației și golirii lor în caz de reparații. Pentru aceasta, la baza fiecărei coloane se montează câte un robinet de închidere fără descărcare, alăturat unui tei de golire.

Racordarea coloanelor la conducta principală de distribuție se face cu fittinguri (fig. 2.11.7).

Pentru preluarea dilatării coloanelor cu țevi din materiale plastice (PE, PP, PVC) se folosesc lire de dilatare.

Coloanele sunt susținute cu ajutorul brățarilor metalice încastate în elementele de construcție cu mortar de ciment sau de ipsos (fig. 2.11.8), amplasate, de regulă, la fiecare etaj, însă nu la mai mult de 3,50 m una de alta.

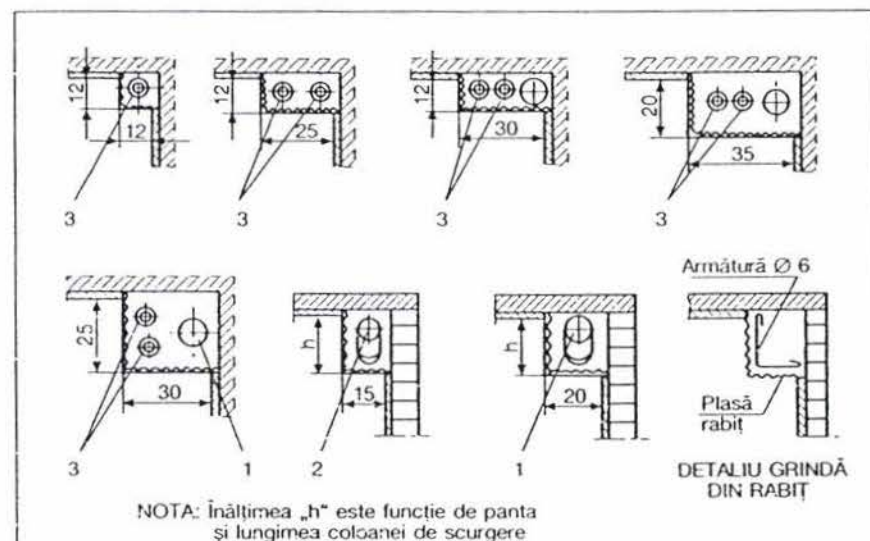


Fig. 2.11.6b. Pozii și distanțe de montare pentru coloanele de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum și canalizare în cazul montării în șlițuri mascate și grinzi false, cu rabiț:

1 - conductă de canalizare Ø100 mm; 2 - conductă de canalizare Ø50 mm; 3 - conductă de alimentare cu apă rece, respectiv, apă caldă de consum.

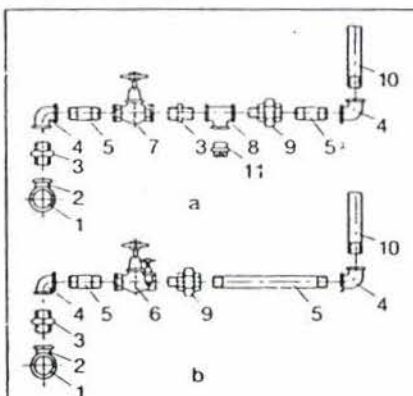


Fig. 2.11.7. Racordarea coloanelor la conducta principală de distribuție într-o clădire:

a - montare cu tei de golire bușonat;
b - montare cu robinet de golire;
1 - conductă principală de distribuție;
2 - tei; 3 - niplu dublu; 4 - cot; 5 - țeavă;
6 - robinet cu descărcare; 7 - robinet fără descărcare; 8 - tei bușonat; 9 - racord olandez; 10 - coloană; 11 - dop.

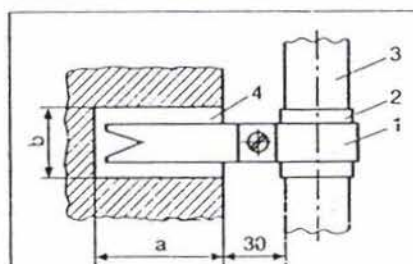


Fig. 2.11.8. Fixarea coloanelor:

1 - brățară; 2 - izolație; 3 - coloană; 4 - mortar de ciment sau ipsos.

2.11.4.3 Montarea conductelor de legătură de la coloane la armăturile obiectelor sanitare

Conductele de legătură de la coloane la obiectele sanitare (fig. 2.11.9) se pot monta atât aparent, cât și îngropat în tencuială.

Legăturile amplasate sub nivelul

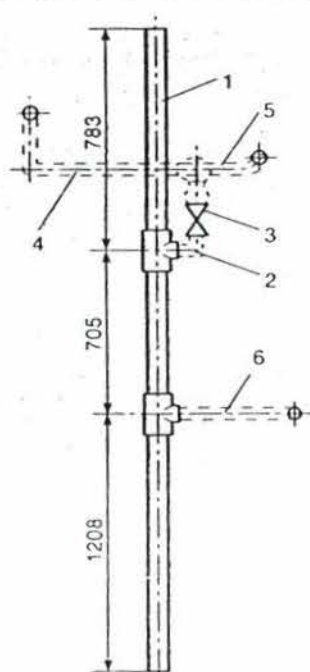


Fig. 2.11.9. Montarea conductei de legătură de la coloană la obiectele sanitare:

1 - coloană; 2 - conductă de legătură; 3 - robinet cu ventil drept; 4 - conductă de legătură la bateria de baie; 5 - conductă de derivație pentru bateria de avoar; 6 - conductă de legătură la robinetul rezervorului de spălare a toalei.

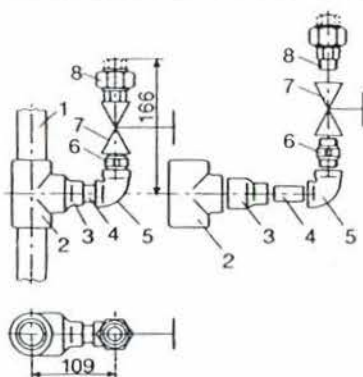


Fig. 2.11.10. Montarea robinetului pe conducta de legătură de la coloană la obiecte sanitare:

1 - coloană; 2 - teu din PVC; 3 - reducere; 4 - tub din PVC; 5 - cot la 90° cu filet; 6 - niplu dublu egal; 7 - robinet cu ventil drept, îmbinat cu mufe; 8 - racord olandez cu filet exterior.

obiectelor sanitare (cazul lavoarelor sau al spălătoarelor echipate cu baterii stative) se montează cu pantă, astfel încât să se asigure golirea apei prin coloană. Pentru rezervoare de closet, chiuvete și spălătoare sau lavoare echipate cu baterii de perete, conductele de legătură se așează deasupra nivelului obiectelor respective.

Racordarea conductelor de legătură la coloane se face cu ajutorul teurilor. Pe conductele de legătură se montează robinete de închidere (fig. 2.11.9) care permit întreruperea alimentării cu apă a robinetelor sau bateriilor defecte montate la punctele de consum. După remedierea defecțiunilor, aceste robinete se deschid și se mențin în poziția respectivă în timpul funcționării instalației.

Succesiunea operațiilor de montare a robinetului de pe conducta de legătură de la coloană la obiectele sanitare este arătată în figura 2.11.10.

Armăturile metalice cu mufe (robinete de trecere) se montează pe conductele din PVC cu ajutorul unui niplu metalic obișnuit și al unei mufe duble din PVC cu filet sau al unui racord olandez din PVC cu filet exterior. Aceste armături se susțin separat, pentru a nu se transmite, prin manevrarea lor, eforturi asupra țevii, ele reprezentând astfel puncte fixe ale conductei.

Un sistem modern, deosebit de flexibil, care permite o multitudine de variante de amplasare a obiectelor sanitare, este sistemul de montare a conductelor de legătură (și chiar a coloanelor) în interiorul unor stelaje realizate din profile metalice și acoperite cu panouri din materiale plastice. În catalogul IPCT, de detalii

de instalații, sunt date module de instalații sanitare prefabricate. În străinătate se aplică diferite soluții de prefabricare a instalațiilor sanitare, de exemplu sistemul GEBERIT - Elveția (fig. 2.11.11).

2.11.4.4 Montarea armăturilor obiectelor sanitare

Robinetele și bateriile amestecătoare de apă rece și apă caldă ale obiectelor sanitare se montează pe conductele de legătură (derivațiile) de la coloane.

Robinetele și bateriile amestecătoare stative se montează la conductele de legătură prin intermediul unor racorduri flexibile, prevăzute cu piulițe olandeze și garnituri de etanșare.

2.11.5. Montarea obiectelor sanitare și a accesoriilor acestora

Obiectele sanitare și accesoriile acestora se pot monta numai după ce s-au efectuat probele de presiune ale rețelor de distribuție a apei reci și a apei calde de consum și după ce s-au terminat lucrările de finisare din încăperi (placarea cu faianță și gresie, frecare mozaicului, executarea zugrăvelilor etc.), pentru a se evita degradarea obiectelor sanitare și a accesoriilor acestora, cu ocazia efectuării acestor lucrări.

În funcție de scopul în care sunt utilizate, obiectele sanitare și accesoriile acestora, se fixează pe pereți (lavoare, spălătoare pentru vase, chiuvete, vase de closete, port hârtie, portprosop etc.) sau pe pardoseală (căzi de baie, căzi de duș, vase de closet).

Modul cum se asigură susținerea

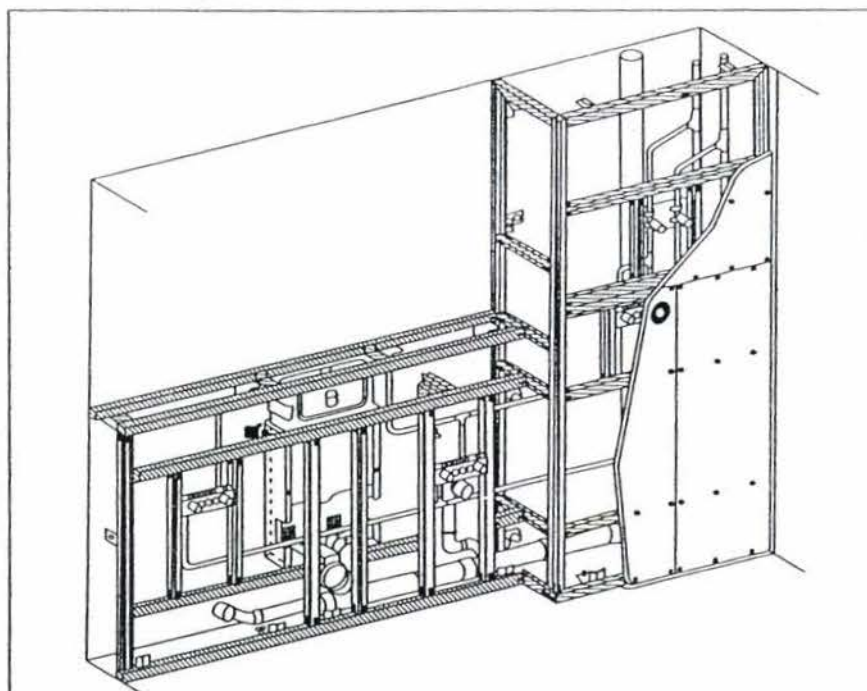


Fig. 2.11.11. Montarea conductelor de legătură de la coloană la obiecte sanitare în interiorul unor stelaje din profile metalice (sistem GEBERIT, Elveția).

obiectelor sanitare pe pereți sau fixarea pe pardoseală, dispozitivele folosite în acest scop și cotele de montare se prevăd în detaliile de execuție a lucrării.

Fixarea pe pereți a obiectelor sanitare, a suporturilor sau a consolelor de susținere a obiectelor sanitare și a accesoriilor acestora se poate realiza: cu șuruburi pentru lemn pe dibluri din lemn încastrate în zidărie; cu șuruburi prezon; cu dibluri metalice introduse în pereți cu pistolul cu aer comprimat.

Fixarea pe pardoseală se poate realiza cu șuruburi pentru lemn pe dibluri din lemn încastrate în pardoseală sau prin simpla așezare și sprijinire pe pardoseală, fie pe suporturi proprii (picioare) pentru căzi de baie, fie pe suporturi executate din cărămidă pentru căzi de baie sau căzi de duș.

2.11.6. Tehnologia de execuție și montare a conductei de branșament

Pentru diametre de 20...30 mm, conductele de branșament se execută din PVC, polipropilenă, polietilenă sau cu țevi din plumb de presiune cu ajutorul prizei cu sau fără colier. Pentru diametrele de 50 și 100 mm, branșamentele se execută din PVC, polipropilenă, polietilenă, din tuburi din fontă de presiune sau țevi din oțel zincate. Întrucât conducta publică (exterioară) este montată, de regulă, îngropat și conducta de branșament se montează îngropat în sol sub adâncimea de îngheț (0,8...1,5 m), până la punctul de intrare în clădire.

• *Executarea branșamentelor cu priză cu sau fără colier*

Racordarea cu priză fără colier la partea superioară a conductei necesită golirea apei din conducta de distribuție. Conducta de branșament se execută cu țevă din plumb pentru presiune. Operațiile de branșare se desfășoară după cum urmează:

- găurirea conductei publice, vertical, cu ajutorul unui dispozitiv de găurit numit boraci cu burghiu, având diametrul branșamentului;

- tăierea filetului în gaura dată, cu un

tarod care este o tijă cilindrică din oțel, cu filet exterior având vârful puțin conic pentru a pătrunde mai bine în peretele conductei și capul pătrat pentru a putea fi rotit cu ajutorul unui port-tarod;

- înșurubarea piesei de racord, care poate fi un racord olandez din alamă cu racord lipit;

- lipirea țevii din plumb la racordul de lipit;

- înșurubarea piuliței olandeze, etanșarea realizându-se cu garnitură din cânepă impregnată cu miniu de plumb preparat cu ulei de in fierț.

Racordarea cu priză cu colier (fig. 2.11.12) are avantajul că nu necesită golirea de apă a conductei publice, deci sistarea alimentării cu apă a zonei respective. Priza cu colier permite racordarea branșamentului cu filet (fig. 2.11.12a), cu flanșe (fig. 2.11.12b) sau cu mufă (fig. 2.11.12c). Racordarea se realizează într-una din părțile laterale ale conductei publice (fig. 2.11.12d), iar găurirea acestei conducte se execută după ce s-a montat pe ea priza cu colier (fig. 2.11.12d). Succesiunea operațiilor de executare a branșamentului este arătată în figura 2.11.13.

• *Executarea branșamentelor cu tuburi din fontă de presiune*

Branșamentele cu tuburi din fontă de presiune se racordează la conducta publică (fig. 2.11.14) cu ajutorul pieselor din fontă cu mufe (fig. 2.11.14a) sau cu flanșe (fig. 2.11.14b). Piese de racord pot fi prevăzute încă de la executarea conductei publice sau se intercalează pe conductă la nevoie. Îmbinarea tuburilor cu piesele de racord din fontă de presiune cu mufe se face prin ștemuire cu frânghie gudronată și plumb topit. La îmbinarea cu flanșe, etanșarea se realizează cu garnituri din cauciuc sau din carton gros îmbibat în ulei de in fierț.

• *Executarea branșamentelor cu conducte din oțel*

Racordarea conductelor din oțel se poate face direct prin sudură, după ce în prealabil, conducta de distribuție a fost golită de apă. Sudura se întărește prin eclise. Înainte de punerea în funcțiune a

branșamentului, conducta se spală prin câteva umpleri și goliri succesive, pentru îndepărtarea resturilor de la sudură și a altor impurități.

• *Executarea branșamentelor cu țevi din PVC, polipropilenă sau polietilenă*

Pentru realizarea branșamentelor pe conducte din mase plastice, se utilizează prize speciale cu colier din semișei strânse pe conducta de distribuție prin șuruburi; prizele speciale cu colier sunt prevăzute cu robinet de concesie integrat.

2.11.7. Montarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă de consum

În funcție de schemele de alimentare cu apă adoptate și urmărind reducerea volumului de lucrări și a consumului de materiale, rețelele exterioare se pot monta: îngropate în sol, în canale de protecție, în subsolul clădirilor, în galerii subterane vizibile sau aerian.

2.11.7.1 Montarea subterană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece

• *Trasarea și executarea șanțurilor*
Poziția de montare a conductei exterioare de alimentare cu apă rece, respectiv axa șanțului, se trasează, conform proiectului de execuție a rețelei, folosind țăruiși din lemn numerotați (jaloane); de aceea operația de trasare se mai numește și jalonare. După stabilirea axului prin jalonare, se marchează lățimea săpăturii care este funcție de diametrul conductei și este indicată în proiect.

Săparea șanțului se realizează cu

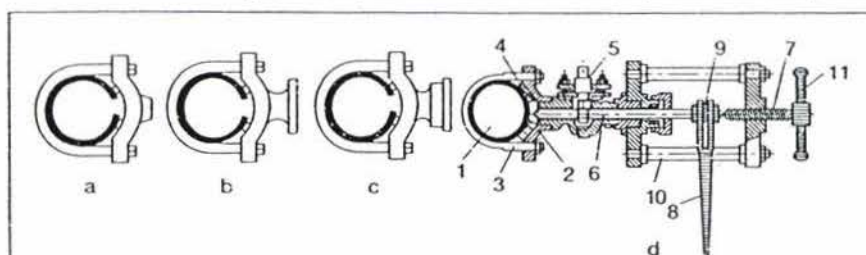


Fig. 2.11.12. Priza cu colier pentru branșament:

a - cu filet; b - cu flanșe; c - cu mufă; d - găurirea conductei cu burghiu acționat cu boraci;

1 - conductă publică; 2 - șaua prizei; 3 - colier; 4 - garnitură; 5 - robinet cu cep; 6 - burghiu; 7 - șurub de presiune; 8 - manetă; 9 - clichet; 10 - cadru; 11 - pârghie.

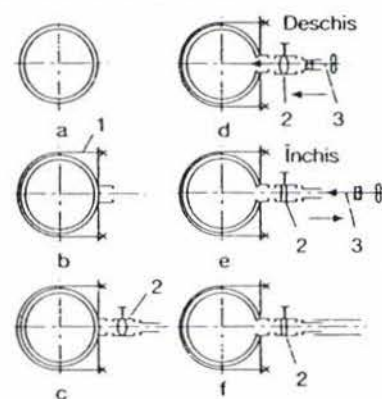


Fig. 2.11.13. Fazele racordării unui branșament prin priză cu colier (schemă de montare):

a - conductă publică de alimentare cu apă; b - montarea prizei cu colier; c - montarea boraciului cu burghiu; d - burghiul perforează conducta; e - scoaterea burghiului și închiderea robinetului; f - montarea branșamentului; 1 - priză cu colier; 2 - robinet cu cep; 3 - burghiu.

mijloace mecanice sau manuale.

Pentru această operație pot fi utilizate excavatoarele, cu cupă dreaptă sau inversă, sau pentru lucrări mai mari, săpătorul de șanțuri (excavatorul cu rotor).

Pentru evitarea prăbușirii pereților săpăturii, în șanțuri se execută sprijiniri cu traverse din lemn sau metal.

Conductele având diametre până la 200 mm sunt coborâte în șanț cu frânhii de cânepă sau chingi, acționate manual sau cu un troliu cu clichet pe un trepid metallic. Conductele cu diametre mai mari de 200 mm sunt coborâte în șanț mecanizat cu ajutorul unor macarale montate pe tractoare cu șenile (lansatoare de conducte). Conductele se așează pe un pat de egalizare din nisip.

După coborârea în șanț, tuburile cu mufe de îmbinare se asamblează introducând capătul drept în mufa tubului precedent și, imediat, se face centrarea ambelor tuburi. Pe mijlocul fiecărui tub se pune pământ rezultat din săpătură, care îl fixează bine în șanț, nelăsându-l să se deplaseze lateral, în timpul îmbinării. Tuburile rămân astfel cu capetele (mufele) descoperite până la efectuarea probei de presiune.

• **Tehnologii de îmbinare a conductelor**
Prezintă particularități în funcție de natura materialului conductei și de felul îmbinării.

- Tuburile din beton armat precomprimat se introduc în șanț cu mufa către amonte și se îmbină prin introducerea capătului drept al unui tub în mufa celui alt. Îmbinarea se etanșează cu inele de cauciuc, de secțiune circulară. Piese de legătură (ramificații, coturi, racorduri la diferite armături) se execută din țevi din oțel sau din tablă din oțel sudată și protejate la interior și exterior cu bitum sau cu un strat de material plastic.

- Tuburile din fontă cu mufe se îmbină prin ștemuire cu frânhie gudronată și cu plumb sau ciment.

- Tuburile din fontă maleabilă cu mufe se îmbină cu inele de cauciuc.

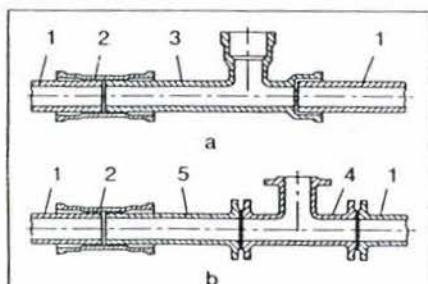


Fig. 2.11.14. Racordarea conductelor de branșament cu piese de legătură din fontă de presiune:

a - cu mufe; b - cu flanșe;

1 - conductă publică; 2 - mufă dublă; 3 - ramificație la 90° cu mufă; 4 - țevă cu flanșă; 5 - piesă cu flanșă.

- Tuburile din fontă cu flanșe se folosesc la îmbinări demontabile. Garniturile folosite la etanșare sunt din plumb, cauciuc cu inserții din pânză, carton gros (mucava), clingherit etc. și se livrează gata confecționate.

- Trecerea de la conductele din fontă de presiune la conductele din oțel (de exemplu, la pătrunderea conductei din fontă de presiune în clădire) se poate face fie prin îmbinări cu flanșe, fie prin îmbinarea țevii din oțel cu mufa tubului din fontă, prin ștemuire cu frânhie gudronată și etanșare cu plumb (fig. 2.11.15).

- Țevile din oțel, zincate (folosite pentru transportul și distribuția apei potabile) se îmbină, de regulă, prin flanșe, iar țevile negre din oțel, protejate anticorrosiv (folosite în special pentru transportul apei industriale) se îmbină prin sudură.

- Țevile din mase plastice se îmbină prin mufe și adezivi, sudură sau polifuziune.

• **Montarea armăturilor (vanelor).** Pe rețelele de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri se prevăd vane de ramificație și sectorizare. Vanele cu diametre D_n 200 mm și mai mare se montează în cămine vizitabile. Pentru vanele din fontă cu mufe montate direct în pământ, se prevăd tije de manevră, protejate în cutii cu capac.

În punctele joase ale rețelei se montează robinete de golire. În cazul hidranților de grădină, fără golire automată, se vor asigura posibilități de închidere și golire pentru timpul în care aceștia nu funcționează.

Fântânile cu jet pentru băut apă se prevăd cu dispozitive de închidere și golire a racordului de apă pe timp friguros. Se asigură evacuarea apei de la fântâni, prin intermediul unui cămin cu sifon sau gură de scurgere stradală.

2.11.7.2 Montarea aeriană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă

Pentru alimentarea cu apă necesară proceselor tehnologice conductele

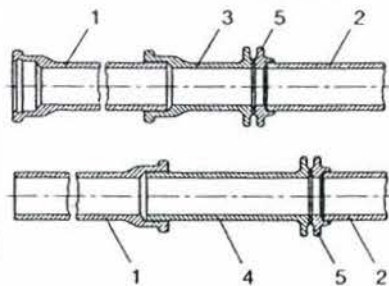


Fig. 2.11.15. Trecerea de la tuburi din fontă de presiune cu mufă la țevi din oțel, cu flanșe și invers, folosind piese de trecere din fontă și flanșe: 1 - tub cu mufă; 2 - țevă de oțel; 3 - piesă din fontă cu mufă și flanșă; 4 - tub din fontă cu flanșă; 5 - flanșă separată îmbinată la țevă prin filet.

exterioare de alimentare cu apă se pot monta aerian, fiind susținute de anumite elemente de rezistență (stâlpi, estacade etc.). În acest caz, conductele sunt izolate termic la exterior sau se folosesc conducte preizolate termic.

2.11.8. Montarea echipamentelor și utilajelor

2.11.8.1 Montarea pompelor și racordarea la instalație

În stațiile de pompare, pompele se montează pe fundații (postamente) din beton prevăzute cu strat din material elastic de 8...10 cm grosime pentru amortizarea vibrațiilor produse în timpul funcționării pompei.

Fiecare pompă împreună cu motorul electric de antrenare se montează pe un postament propriu. În cazul montării a 2 pompe, din care una de rezervă, se poate executa un postament comun.

Fundațiile se execută de către constructor folosind un cofraj, iar betonul se poate turna fie pe pardoseala sălii pompelor, fie îngropat în pardoseală, în care caz între fundație și pardoseală se interpune un strat de izolație hidrofugă (pentru evitarea pătrunderii scurgerilor de apă) și unul de izolație fonică (pentru evitarea transmiterii vibrațiilor).

Cuplarea pompei cu motorul electric (fig. 2.11.16) trebuie să se facă astfel încât axul pompei să se afle exact în prelungirea axului motorului, spre a nu se produce eforturi care pot deteriora cei doi arbori. Cuplarea trebuie să fie elastică, pentru a amortiza șocul ce se produce la pornirea motorului. Înainte de a se introduce șuruburile de strângere a cuplajului, se pornește numai motorul electric, spre a verifica dacă sensul de rotație al acestuia corespunde cu sensul de rotație al pompei, indicat prin săgeată pe corpul ei. În caz contrar trebuie inversate legăturile electrice la 2 borne ale motorului. Axele cuplate ale pompei și motorului trebuie să se rotească ușor cu mâna.

După montarea pompei pe fundație, se efectuează montarea armăturilor și racordarea pompei la conductele de aspirație și, respectiv de refulare.

Înainte de pornire trebuie să se umple cu apă atât pompa, cât și conducta de aspirație, operație numită amorsarea pompei. Umplerea se face prin robinetul de amorsare montat la partea superioară a pompei. Pentru ca la umplerea cu apă să se evacueze tot aerul din interior, este recomandabil ca în timpul umplerii să se învârtă arborele pompei de mai multe ori. Este strict interzisă pornirea pompei dacă nu este umplută complet cu apă. Se verifică apoi etanșeitățile presetupelor, care se strâng ușor, astfel ca din ele să picure lichid care unge garnitura. Se verifică, de asemenea,

dacă palierul (lagărele) motorului și pompei sunt unse suficient.

Pompele legate la o conductă de refulare sub presiune se pornesc cu vana de la refulare închisă, pentru a reduce puterea absorbită de motor în primele secunde de funcționare. Apoi vana se deschide treptat până la poziția necesară.

2.11.8.2 Montarea echipamentelor de pompare a apei, cuplată cu recipiente de hidrofor

Amplasarea stației de hidrofor se face în centrul de greutate al consumatorilor, pentru a rezulta o soluție economică a rețelei de distribuție a apei din ansamblul de clădiri.

Amplasarea utilajelor și aparatelor instalației de hidrofor trebuie astfel făcută încât să se realizeze: utilizarea rațională a spațiului tehnic disponibil; traseele conductelor să fie cât mai scurte și cu rezistențe locale cât mai puține; să se asigure accesul ușor, în timpul exploatarei, la toate elementele componente ale instalației; pompele și compresorul de aer se vor amplasa cu motorul electric către interiorul încăperii pentru a fi ușor manevrabile în caz de defecțiuni.

La amplasarea echipamentelor instalației de hidrofor se recomandă dimensiunile de montaj: între postamentele pompelor 500...700 mm; între pompe și rezervoare 600...800 mm; între pompe sau rezervoare și elementele de rezistență ale clădirii 500...800 mm.

Pentru colectarea apei scursă de la

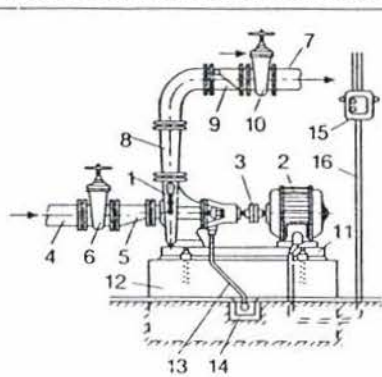


Fig. 2.11.16. Racordarea pompei la conductele de aspirație și de refulare a apei:

1 - pompă centrifugă; 2 - motor electric; 3 - cuplaj elastic; 4 - conductă de aspirație; 5 - confuzor; 6 - vană montată pe conducta de aspirație a pompei; 7 - conductă de refulare; 8 - difuzor; 9 - clapetă de reținere; 10 - vană montată pe conducta de refulare a pompei; 11 - placă metalică; 12 - fundația pompei; 13 - conductă pentru colectarea apei scurse de la presetupa pompei; 14 - conductă de canalizare; 15 - acționarea motorului electric al pompei; 16 - circuit electric.

presetupele pompelor sau la golirea unor părți ale instalației și evacuarea ei la canalizare, se prevede un recipient de pardoseală cu capac și grătar metalic, racordat la conducta exterioară de canalizare.

Pentru ansambluri de clădiri, clădirea stației de hidrofor este, de regulă, comună și pentru punctul termic pentru prepararea apei calde de consum precum și pentru prepararea apei calde pentru încălzirea clădirilor.

Schema de montaj a instalației de hidrofor se reprezintă la scară numai în plan vertical. Întrucât schema de montaj nu reprezintă o secțiune prin clădire, ordinea și distanțele de amplasare a rezervoarelor, pompelor, recipientilor de hidrofor etc. sunt arbitrare, recomandându-se ca acestea să fie astfel dispuse încât schema să prezinte claritate și să cuprindă toate elementele instalației, pe cât posibil, toate cotele de montaj.

2.11.8.3 Montarea rezervoarelor

• *Rezervoare pentru acumularea apei reci*

Se execută, în general, din beton armat, beton precomprimat sau cu tablă din oțel (pentru capacități sub 40 m³), destinate alimentării instalațiilor din interiorul unor clădiri industriale, social-culturale sau agrozootehnice.

La executarea și montarea rezervoarelor de acumulare a apei reci, se iau o serie de măsuri constructive rezultate din calculul de rezistență al rezervoarelor, care se efectuează luând în considerare acțiunile clasificate și grupate conform STAS 10101/OA. Rezervoarele de acumulare a apei reci sunt prevăzute cu izolații termice și hidrofuge.

• *Rezervoare de înălțime*

Se montează pe postamente executate sub formă de grinzi din lemn, beton sau din profile metalice.

De regulă, rezervoarele de înălțime sunt amplasate în încăperi (spații) special amenajate, astfel că, înainte de începerea montării, sunt necesare o serie de lucrări pregătitoare, ca de exemplu:

- finisarea încăperii în care se montează rezervorul de înălțime;
- asigurarea golurilor (uși sau ferestre), pentru introducerea rezervorului, armăturilor și conductelor în interiorul clădirii (încăperii);
- existența unui mijloc mecanizat de ridicare (troliu, macara etc.) a rezervorului la înălțimea de montare;
- executarea postamentului pe care urmează să se monteze rezervorul.

Rezervoarele de înălțime se montează după cum urmează:

- se verifică orizontalitatea postamentului pe care se va monta rezervorul și, dacă este posibil, se fac rectificările necesare, amplasând sub rezervor pene de centrare; în cazul postamentelor din beton,

orizontalitatea fundului rezervorului se poate obține prin amplasarea unor pene între rezervor și fundație;

- se montează rezervorul pe postament;
- se execută conductele de legătură la instalație, conducta de preaplin și golire; conductele de alimentare cu apă și de distribuție se execută cu țevi din oțel zincate, iar conductele de preaplin și golire cu țevi negre din oțel (nezincate), grunduite;

- se vopsește rezervorul la interior și la exterior cu miniu de plumb; gura de vizitare se închide pentru a evita contaminarea apei prin pătrunderea unor corpuri străine sau a impurităților în interior.

În scopul evitării pericolului de inundare a clădirii, în cazul unor defecțiuni ale rezervorului sau al scărilor accidentale de apă, se iau diferite măsuri tehnice. O soluție este de a monta rezervorul de înălțime pe o tavă din lemn, căptușită cu tablă din oțel zincată, care are rolul de a colecta și evacua eventualele scurgeri de apă printr-o conductă racordată la conducta de canalizare.

Pentru a se evita pericolul de îngheț în timpul iernii sau încălzirea excesivă a apei în timpul verii, rezervorul se izolează cu un material termoizolant. În acest mod se înlătură condensarea vaporilor de apă din aer pe suprafața exterioară rece a rezervorului.

2.11.9. Probarea și recepția instalațiilor cu apă

2.11.9.1 Probarea și recepția instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

Probarea conductelor se efectuează la o presiune de 1,5 ori presiunea de regim, însă minimum 6 bar, timp de 20 min. Proba se execută după aerisirea instalației.

• *Probarea conductelor cu țevi din materiale plastice (PE, PP, PVC)*

Probele de presiune ale conductelor executate cu țevi din materiale plastice se pot face după cel puțin 24 h de la executarea ultimei suduri sau lipituri.

Înainte de darea în exploatare, conductele executate cu țevi din materiale plastice se umplu cu apă și se golesc după 24 h, timp de 2 zile consecutiv. După această operație se ia o probă de apă, pentru a se analiza și verifica dacă apa este potabilă. În cazul în care apa se înscrie în prevederile STAS 1342, organele Inspecției sanitare emit autorizația de funcționare; darea în exploatare a instalației putându-se efectua numai după obținerea acestei autorizații.

• *Probarea conductelor metalice (țevi din oțel zincat, țevi din plumb pentru presiune, țevi din cupru etc.)*

Probarea la presiune a conductelor interioare executate cu țevi din oțel se

execută cu pompa hidraulică cu piston. Pompa se racordează la punctul cel mai de jos al rețelei de conducte ce se încearcă, de obicei, în subsol. Când clădirea este alcătuită din parter și 1...2 etaje, proba se efectuează deodată la toată clădirea. La blocuri cu mai multe etaje, pentru a nu se împiedica lucrările de construcții, proba se efectuează pe coloane sau pe niveluri.

În vederea probei, capetele conductelor se astupă cu dopuri din fontă maleabilă, punându-se robinete de aerisire în punctele situate cel mai sus.

Probele parțiale ale conductelor de apă caldă și de circulație, necesare în timpul montării, se efectuează odată cu probele conductelor de apă rece, separat pe coloane. În acest scop, la fiecare grup de coloane, la partea superioară, conductele de apă rece și de apă caldă se leagă între ele, se astupă cu dopuri toate pozițiile lăsate pentru racordarea obiectelor sanitare, una din coloane se astupă, de asemenea, cu dop la partea inferioară, iar pe la partea inferioară a celeilalte coloane se introduce apă și apoi se realizează presiunea cu ajutorul pompei. La terminarea completă a montării și înainte de a se lega obiectele sanitare, întreaga instalație de apă caldă și rece se supune la o ultimă probă de presiune.

Probarea conductelor cu țevi din plumb de presiune, țevi din cupru etc., se execută la aceleași valori ale presiunii de încercare ca și la țevile din oțel. Când conductele din plumb sau din cupru pentru presiune se montează îngropat, probarea se face înainte de astuparea acestora.

2.11.9.2 Probarea și recepția rețelelor exterioare de alimentare cu apă

Rețelele exterioare sunt supuse probelor hidraulice, de rezistență și de etanșitate. Aceste probe se efectuează pe tronsoane de 300...500 m lungime și numai după ce conducta a fost acoperită cu un strat de circa 30 cm grosime, lăsându-se libere îmbinările. Pentru rețele exterioare cu presiunea de regim sub 5 bar presiunea de încercare este de 2 ori presiunea de regim, iar pentru rețele cu presiunea de regim peste 5 bar de 1,5 ori presiunea de regim, dar cel puțin de 10 bar.

Presiunea apei se realizează utilizând o pompă de mână; ridicarea presiunii se face treptat începând de la 5 bar, ridicând circa 2 bar la fiecare 1/4 h, până la realizarea presiunii de probă, care se menține timp de 1 h. Proba se consideră reușită dacă, după trecerea intervalului de 1 h, scăderea presiunii în tronsonul încercat nu depășește 10 % din presiunea de probă și nu apar scurgeri vizibile de apă.

Înainte de a fi dată în exploatare, rețeaua de distribuție este spălată cu un curent de apă curată timp de 2-3 h. Apoi, rețeaua se dezinfectează cu apă clo-

rată (cu doza de 20-30 mg clor la 1 l apă), care trebuie să rămână în conductă cel puțin 24 h. După acest interval, se elimină apa cu clor și rețeaua de conducte se spală cu apă curată.

2.12. Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă

Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă începe după recepția acestora, când investitorul certifică realizarea lucrărilor de către unitatea de execuție, în conformitate cu prevederile contractuale și cu documentația tehnică de proiectare.

Responsabilitatea exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă din interiorul clădirii revine proprietarului, utilizatorului sau administratorului clădirii, iar exploatarea rețelelor exterioare, a stațiilor de pompare (hidrofor) din ansambluri de clădiri, inclusiv a rezervoarelor de apă revine societății (regiei) de alimentare cu apă.

La exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă, se aplică prevederile "Normativului pentru exploatarea instalațiilor sanitare", indicativ I 9/1.

Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă cuprinde următoarele operații:

- revizia tehnică a instalației;
- reparații curente;
- reparații capitale;
- reparații accidentale.

Controlul și verificarea instalației au un caracter permanent și se fac pe baza unui program, de către personalul de exploatare. Programul se întocmește de beneficiarul (administratorul) instalației, pe baza prevederilor proiectului și a instrucțiunilor de exploatare a echipamentelor.

Revizia instalației se face periodic și are ca scop cunoașterea stării instalației la un anumit moment, în vederea luării unor eventuale măsuri pentru ca instalația să funcționeze la parametrii proiectați.

Reparațiile curente se fac pe baza constatărilor făcute la revizii sau preventiv, pentru elementele susceptibile de defecțiuni.

Reparațiile capitale constau în înlocuirea unor elemente (părți) din instalație, cu scopul de a reduce instalația la parametrii proiectați sau superiori acestora (lucrări de modernizare). Perioada și data reparației capitale se stabilesc în funcție de constatările făcute cu ocazia verificărilor și reviziilor, în decursul exploatării și de durata de viață normată a instalației, avându-se în vedere gradul de uzură al elementelor instalației și consecințele acestora (pierderi de apă și energie, reparații repetate etc.), frecvența apariției defecțiunilor și cheltuielile necesare pentru remedierea acestora.

Reparațiile accidentale sunt determinate de apariția neașteptată a unor defecțiuni, deteriorări sau avarii, a căror înlăturare imediată se impune, pentru menținerea

instalației în stare normală de funcționare și de siguranță în exploatare.

Exploatarea instalației de alimentare cu apă, se efectuează de către personal specializat și instruit, pentru efectuarea lucrărilor la termen și de bună calitate.

Personalul de exploatare trebuie să cunoască schemele de alimentare cu apă, a echipamentelor și aparatelor componente, a detaliilor de amplasare și executare a tuturor elementelor instalației. Pentru executarea lucrărilor, personalul de exploatare trebuie dotat cu scule și utilaje specifice diferitelor operații, precum și cu materiale și piese de schimb.

Parametrii principali care trebuie urmăriți, permanent, pentru siguranța în exploatare a instalațiilor de alimentare cu apă sunt:

- presiunea apei la consumatori și în diferite puncte ale rețelei;
- mărimea consumurilor de apă;
- mărimea consumurilor de energie electrică și termică;
- calitatea apei la punctele de consum;
- nivelul zgomotului în instalație.

Printr-o exploatare rațională a instalației de alimentare cu apă, trebuie să se asigure continuitatea funcționării și reducerea (eliminarea) pierderilor și risipei de apă.

Pierderile de apă constituie pagube importante, atât prin valoarea apei irosite și energiei înglobate în aceasta, prin reducerea presiunii disponibile în rețea, cât și prin eroziunile subterane provocate de apa infiltrată provenită din conducte.

Pierderile de apă se împart în două categorii:

- rezultate ca urmare a neetanșității conductelor exterioare de distribuție;
- la consumatori, datorate neetanșității instalațiilor interioare (ventile cu plutitor defecte la instalațiile closetelor, garnituri neetanș la robinete, țevi sparte etc.).

Detectarea pierderilor de apă se face cu aparate bazate pe fenomene acustice și anume stetoscoape electronice, aparate care amplifică zgomotul produs de ieșirea apei printr-o porțiune defectă. Vibrațiile recepționate sunt amplificate prin microfon și transmise printr-o cască telefonică operatorului; identificarea zgomotelor produse indică apropierea de sursă, deci de locul avariei.

Pierderile și risipa de apă la consumatori pot fi reduse considerabil prin contorizare individuală (pe apartament) și prin aplicarea unui sistem de tarificare diferențiată, după mărimea și natura consumului de apă.

I. Instalații sanitare

Capitolul 3 Instalații de canalizare

Apele uzate provenite din utilizări în scopuri menajere, igienico - sanitare sau industriale, precum și apele meteorice (pluviale), sunt colectate, transportate și evacuate într-un bazin natural (râu, lac sau mare) numit emisar, cu ajutorul instalațiilor și rețelelor de canalizare.

În funcție de gradul de poluare a apelor uzate, pentru reintroducerea lor în circuitul apelor naturale, în condițiile respectării măsurilor de protecție a mediului ambiant, precum și în scopul recuperării anumitor substanțe utile (grăsimi, uleiuri, substanțe minerale etc.), în instalațiile de canalizare se prevăd aparate și utilaje pentru depoluarea apelor uzate, grupate în stații de epurare.

Curgerea apelor uzate în conductele de canalizare este cu nivel liber astfel încât presiunile se exprimă în scară manometrică (suprapresiuni față de presiunea atmosferică considerată ca origine și egală cu $p_0 = 101325 \text{ N/m}^2 = 1,01325 \text{ bar}$ în scară absolută a presiunilor).

3.1. Caracteristicile apelor uzate și normele de protecție a mediului

3.1.1. Caracteristicile apelor uzate

După gradul de impurificare și proveniența lor, apele uzate sunt:

- uzate menajere, rezultate din utilizarea apei potabile la obiectele sanitare (căzi de baie, lavoare, dușuri, chiuvete etc.) amplasate în clădiri civile, social - culturale, industriale, agrozootehnice etc.;
- uzate industriale, provenite din utilizarea apei în procese tehnologice, și care pot fi: ape convenționale curate, de exemplu, cele utilizate la răcirea agregatelor, la condiționarea aerului etc.; ape uzate industriale cu impurități de proveniență minerală, organică sau cu conținut de substanțe chimice agresive; ape rezultate din satisfacerea nevoilor tehnologice proprii ale alimentărilor cu apă sau ale stațiilor de epurare;
- meteorice, provenite din precipitații atmosferice (ploi, topirea zăpezilor, a ghețurilor etc.);
- de drenare sau de infiltrație, care sunt colectate cu ajutorul drenurilor.

Principalele caracteristici ale apelor uzate sunt:

- turbiditatea, care reprezintă conținutul de materii în suspensie; apele uzate menajere au, în general, turbiditatea de 400...500 grade în scara silicei (un grad de turbiditate corespunde prin comparație, unei emulsii etalon având 1 mg pulbere de silice fin divizată în 1 dm³ de apă distilată);
- culoarea, exprimată în grade de culoare: apele uzate proaspete au culoarea cenușiu deschis, iar prin fermentarea materiilor organice din apă capătă o culoare mai închisă;

- mirosul, care pentru apele uzate proaspete este aproape inexistent; apele în curs de fermentare au un miros pronunțat;

- temperatura apelor uzate este cu 2...3 °C mai ridicată decât a apelor de alimentare și influențează direct procesele de epurare;

- materiile solide totale din apa uzată reprezintă conținutul de materii solide în suspensie și dizolvate în apă; concentrația lor se exprimă [mg/l];

- materiile solide organice dizolvate în apele uzate exprimă gradul de impurificare organică a acestora și pe baza concentrației lor [mg/l] se dimensionează treapta de epurare biologică;

- oxigenul dizolvat (O₂) se găsește în apele uzate în cantități mai mari sau mai mici în funcție de gradul lor de poluare;

- consumul biologic de oxigen la 5 zile (CBO₅) exprimă gradul de impurificare a apelor uzate cu substanțe organice; cu cât valoarea acestuia este mai mare cu atât apa este mai murdară;

- consumul chimic de oxigen (CCO) măsoară conținutul de carbon din materiile organice existente în apele uzate menajere prin stabilirea oxigenului consumat de bicarbonatul de potasiu în soluție acidă;

- azotul liber alcătuit din amoniac liber, azot organic, nitrifi și nitrați, reprezintă un indicator al substanțelor organice azotoase conținute în apele uzate;

- acizii volatili indică evoluția fermentării anaerobe a apelor uzate; pentru apele uzate menajere în cazul unei bune fermentări, acizii volatili exprimați în acid acetic trebuie să fie de circa 200...300 mg/l;

- grăsimile și uleiurile vegetale sau minerale, în cantități mari, formează o peliculă pe suprafața apei, care poate împiedica aerarea, produce colmatarea filtrelor biologice sau inhibă procesele anaerobe din bazinele de fermentare;

- gazele din apele uzate sunt: hidrogenul sulfurat, bioxidul de carbon și metanul;

- concentrația de ioni de hidrogen (pH) pentru apele uzate menajere trebuie să fie în medie, pH = 7;

- potențialul de oxidoreducere (potențialul redox, rH) reprezintă inversul logaritmului presiunii de oxigen; valori rH < 15 caracterizează faza de oxidare (fermentare) anaerobă, iar valori rH > 25, oxidare aerobă;

- putrescibilitatea indică posibilitatea ca o apă uzată să se descompună mai repede sau mai încet; stabilitatea este inversul putrescibilității;

- proprietățile biologice exprimă concentrația diferitelor tipuri de bacterii conținute în apele uzate pe baza cărora se poate aprecia gradul de impurificare a apei și pericolul de infectare; absența bacteriilor

dintr-o apă uzată poate indica prezenta unor substanțe toxice.

3.1.2. Condițiile de evacuare a apelor uzate în canalizările localităților și normele de protecție a mediului

Pentru a asigura funcționarea sigură și exploatarea corespunzătoare a rețelelor de canalizare, precum și respectarea măsurilor de protecție a mediului, apele uzate nu trebuie să:

- degradeze construcțiile, instalațiile de canalizare și stațiile de epurare;

- micșoreze capacitatea de transport a canalelor;

- împiedice procesele de epurare sau să micșoreze capacitatea instalațiilor de epurare;

- producă poluarea apelor, aerului și solului;

- aducă prejudicii igienei și sănătății publice sau personalului de exploatare.

Condițiile de calitate care trebuie satisfăcute de către apele uzate la evacuarea în rețeaua de canalizare se referă la secțiunea de control, care este ultimul câmin al canalizării interioare a folosinței (abonatului) sau al incintei canalizate, înainte de evacuarea în rețeaua de canalizare a localității.

Apele uzate care se evacuează în rețelele de canalizare a localităților nu trebuie să conțină în secțiunea de control:

a - materii în suspensie a căror cantitate, mărime și natură constituie un factor activ de erodare a canalelor, provoacă depuneri sau stânjenesc curgerea hidraulică normală;

- materiale care, la vitezele realizate în colectoarele de canalizare ale localităților, corespunzătoare debitelor minime de calcul ale acestora, pot genera depuneri în colectoare;

- diferiți lianți care se pot solidifica și pot obtura secțiunea canalelor;

- corpuri (solide) plutitoare sau antrenate care nu trec prin grătarul cu spațiu liber 20 mm între bare, iar în cazul fibrelor și firelor textile prin sita cu latura ochiului de 10 mm;

- suspensii dure și abrazive (pulberi și granule de roci sau metalice precum și altele asemenea) care prin antrenare pot provoca erodarea canalelor;

- păcură, uleiuri, grăsimi sau alte materiale, într-o foamă și cantitate care să genereze aderențe de natură să provoace zone de acumulări și de depuneri pe pereții canalului colector;

- substanțe care, singure sau în amestec cu alte substanțe conținute în apa din rețelele de canalizare, provoacă fenomene de coagulare ce conduc la depuneri în acestea sau cele care produc substanțe agresive noi.

b - substanțe cu agresivitate chimică asupra materialelor care sunt folosite în mod obișnuit la construcția rețelelor de canalizare și a stațiilor de epurare a apelor uzate din localități (cele menționate în STAS 3349 și altele);

c - substanțe de orice natură, sub formă plutitoare, în stare de suspensie, coloidală sau dizolvată care, în această stare sau prin evaporare, stârnesc exploatarea normală a canalelor și stațiilor de epurare a apelor uzate, sau provoacă, împreună cu aerul, amestecuri explozive (benzină, benzen, eter, clorform, acetilenă, sulfură de carbon și alți solvenți, dicloretilena și alte hidrocarburi clorurate, apă și nămol din generatoarele de acetilenă etc.);

d - substanțe toxice sau alte substanțe nocive care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot pune în pericol personalul de exploatare a canalizării și a stației de epurare;

e - substanțe cu grad ridicat de pericolozitate:

- unele metale grele și compuși lor (de ex.: Hg, Bi, Sb);
- compuși organici halogenați;
- compuși organici cu fosfor și/sau staniu;
- agenți de protecție a plantelor, pesticide (fungicide, erbicide, insecticide, algicide) și substanțe chimice folosite pentru conservarea materialului lemnos (celulozei, hârtiei), materialelor din piele și textile etc.;
- uleiuri și hidrocarburi de origine petroliară;
- alți compuși organici dăunători (de ex.: benzpiren, benzantracen, hidrocarburi policiclice aromatice și alte substanțe

cancerigene);

- substanțe radioactive, inclusiv reziduuri.

f - substanțe care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot degaja mirosuri care să constituie o poluare a mediului înconjurător;

g - substanțe colorante a căror cantitate și natură, în condițiile diluării realizate în rețeaua de canalizare și în stația de epurare, determină modificarea culorii apei din cursurile de apă receptoare;

h - substanțe inhibitoare ale procesului de epurare în cantități care, în condițiile diluării realizate în rețeaua de canalizare ar putea prejudicia funcționarea instalațiilor de epurare sau a celor de tratare a nămolului;

i - substanțe organice greu biodegradabile în cantități ce pot influența negativ gradul de epurare al treptei de epurare biologică.

Este interzisă evacuarea substanțelor de natura celor arătate, în sistemele publice de canalizare, atât prin intermediul apelor uzate provenite de la sursele de impurificare legal racordate, cât și direct din recipiente de colectare separată a acestor substanțe.

Valorile indicatorilor de calitate a apelor uzate, în secțiunea de control la evacuarea în rețeaua de canalizare a localității sunt redată în tabelul 3.1.1 (conform "Normativului pentru condițiile de descărcare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale centrelor populate" - C90).

Apele uzate, provenite de la unitățile medicale și veterinare curative sau profilactice, de la laboratoarele și institutele de cercetare medicală și veterinară, întreprinderi de ecarsaj, precum și de la orice

fel de întreprinderi și instituții care prin specificul activității lor contaminatează apele uzate cu agenți patogeni (microbi, virusuri, ouă de paraziți etc.) pot fi evacuate în rețelele de canalizare ale localităților numai cu respectarea următoarelor măsuri:

a - la unitățile medicale și veterinare curativ - profilactice, realizarea măsurilor de dezinfectie a tuturor produselor patologice provenite de la bolnavi se face conform legislației sanitare în vigoare;

b - la laboratoarele unităților și institutelor care lucrează cu produse patologice și la celelalte unități menționate, realizarea măsurilor de dezinfectie și sterilizare a tuturor produselor patologice se face înainte de evacuarea apelor uzate în canalizarea localității.

3.2. Sisteme și scheme generale de realizare a instalațiilor de canalizare

Sistemul de canalizare cuprinde ansamblul de conducte, obiecte sanitare, receptoare, aparate, dispozitive, utilaje, armături și construcții accesorii, care, după un anumit procedeu, în mod organizat, colectează, transportă, epurează și evacuează apele uzate dintr-un centru populat sau industrie, numit bazin de canalizare, într-un emisar (râu, lac sau mare).

Procedeu de canalizare reprezintă modul în care apele uzate, de origini diferite, sunt evacuate prin una sau mai multe rețele de canalizare și poate fi:

- unitar, când se colectează și se transportă prin aceeași rețea toate apele uzate evacuate din clădirea sau de pe teritoriul localității ce se canalizează;

Tabelul 3.1.1. Condiții de calitate a apelor uzate pentru evacuarea lor în rețeaua de canalizare

Indicatorul de calitate	U/M	Valori maxime admise	Metoda de analiză
1. Temperatura	[°C]	40	-
2. Concentrația ionilor de hidrogen (pH)	unit. pH	6,5-8,5	STAS 8619/3
3. Materii totale în suspensie	[mg/dm ³]	200	STAS 6953
4. Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	[mg O ₂ /dm ³]	300	STAS 6560
5. Consum chimic de oxigen-metoda cu bicromat de potasiu (CCO-Cr)	[mg O ₂ /dm ³]	500	STAS 6954
6. Azot total (Kjeldahl)	[mg N ₂ /dm ³]	50	STAS 7312
7. Azotiți (NO ₂)	[mg/dm ³]	10	STAS 8900/2
8. Sulfuri și hidrogen sulfurat (S ²⁻)	[mg/dm ³]	0,5	STAS 7510
9. Sulfiti (SO ₃ ²⁻)	[mg/dm ³]	10	STAS 7661
10. Sulfati (SO ₄ ²⁻)	[mg/dm ³]	400	STAS 8601
11. Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH)	[mg/dm ³]	30	STAS 7167
12. Substanțe extractibile cu solvenți	[mg/dm ³]	20	STAS 7587
13. Arsenic (Ar)	[mg/dm ³]	0,1	STAS 7885
14. Detergenți sintetici anion activi biodegradabili	[mg/dm ³]	30	STAS 7576
15. Plumb (Pb ²⁺)	[mg/dm ³]	0,5	STAS 8637
16. Cadmiu (Cd ²⁺)	[mg/dm ³]	0,1	STAS 7852
17. Crom tetravalent (Cr ³⁺)	[mg/dm ³]	1	STAS 7884
18. Crom hexavalent (Cr ⁶⁺)	[mg/dm ³]	0,1	STAS 7884
19. Cupru (Cu ²⁺)	[mg/dm ³]	1	STAS 7795
20. Nichel (Ni ²⁺)	[mg/dm ³]	1	STAS 7987
21. Zinc (Zn ²⁺)	[mg/dm ³]	1	STAS 8314
22. Mangan (Mn ²⁺)	[mg/dm ³]	1	STAS 8662
23. Cianuri (CN ⁻)	[mg/dm ³]	0,5	STAS 7685
24. Clor liber (Cl ₂)	[mg/dm ³]	1	STAS 6364

- *separativ* sau *divizor*, când apele de canalizare se colectează și se transportă prin cel puțin două rețele distincte, de exemplu o rețea pentru ape uzate menajere și o rețea pentru ape meteorice;

- *mixt*, când apele de canalizare se colectează și se transportă parțial prin procedeul unitar și restul prin procedeul separativ.

Procedeul de canalizare a transmis denumirea sa sistemului: sistem unitar, separativ sau mixt.

Schema de canalizare constituie reprezentarea în plan a elementelor componente ale sistemului de canalizare, pe circuitul apelor uzate.

Schema generală a sistemului de canalizare al unei localități (fig. 3.2.1) cuprinde:

- instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere, tehnologice (industriale) și meteorice, din clădirile civile, social - culturale și industriale;
- căminele de racord ale instalațiilor interioare la rețelele exterioare (secundare) din ansambluri de clădiri;
- instalațiile (stațiile) de epurare (și eventual, de pompare) a apelor uzate din incinte;
- căminul de racord al rețelor exterioare (secundare) de canalizare din ansamblul de clădiri la rețeaua exterioară principală (publică) de canalizare a localității;

- rețeaua publică de canalizare a localității;

- stații de pompare a apelor uzate din rețeaua exterioară de canalizare a localității;

- stații de epurare a apelor uzate menajere sau industriale aferente localității;

- guri de descărcare (deversoare) a apelor uzate în emisar.

Pe schema generală de canalizare din figura 3.2.1, s-a marcat cu linie punctată încadrarea instalațiilor de canalizare din clădiri și ansambluri de clădiri în sistemul de canalizare al localității, secțiunea de control fiind căminul de racord al rețelei exterioare secundare la rețeaua publică de canalizare.

În interiorul clădirilor, instalațiile de canalizare se realizează cu rețele separate sau comune, în funcție de natura și concentrația impurităților din apele uzate.

Rețelele separate de canalizare se prevăd pentru ape:

- uzate menajere;
- care conțin substanțe agresive (acizi, baze etc.);
- uzate provenite de la bucătăriile unităților de alimentație, garaje etc.;
- contaminate provenite de la spitale de boli contagioase, laboratoare de analize medicale, laboratoare cu substanțe radioactive;
- ce conțin substanțe combustibile.

Sistemul și schema de canalizare ex-

terioară, din cadrul ansamblurilor de clădiri, se stabilesc, de regulă, corespunzător sistemului și schemei de canalizare publică.

Schemele de canalizare publică se clasifică, în funcție de amplasarea canalelor față de emisar, astfel: perpendiculară directă (fig. 3.2.2,a), perpendiculară indirectă (fig. 3.2.2,b), paralelă sau în etaje (fig. 3.2.2,c), ramificată (fig. 3.2.2,d) și radială (fig. 3.2.2,e).

Schema perpendiculară directă are avantajul că lungimile colectoarelor sunt mici și se recomandă îndeosebi pentru canalizarea apelor meteorice, prevăzându-se colectoare secundare cu descărcare directă în emisarul cel mai apropiat.

Schema perpendiculară indirectă este avantajoasă în cazul sistemului unitar, în care sunt colectate toate apele uzate și evacuate în aval de oraș, după ce în timpul ploilor cu intensitate mare și de scurtă durată, descărcând rețeaua de excesul de apă care ar putea modifica regimul de curgere cu nivel liber.

Schema de canalizare paralelă este compusă din colectoare secundare, paralele cu emisarul (râul) și un colector principal din care apa este condusă în stația de epurare și, mai departe, în emisar.

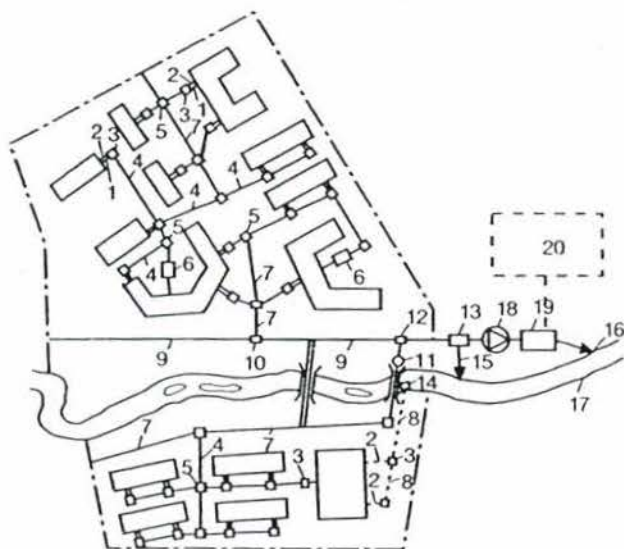


Fig. 3.2.1. Schema generală a unui sistem de canalizare:

- racord de canalizare interioară a apelor uzate menajere;
- racord de canalizare a apelor meteorice; 3 - cămin de racord la canalizarea exterioară; 4 - colector de serviciu; 5 - cămin de vizitare; 6 - separator de isip și grăsimi; 7 - rețea exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri, sistem unitar; 8 - rețea exterioară de canalizare a apelor meteorice (sistem separativ); 9 - colector public; 10 - cămin de racord la colectorul public; 11 - sifon de canalizare; 12 - cameră de intersecție; 13 - cameră de deversare; 14 - gură de descărcare ape meteorice; 15 - canal deversor în cazul ploilor cu intensitate mare; 16 - gură de descărcare ape uzate; 17 - emisar; 18 - stație de pompare a apelor uzate; 19 - stație de epurare; 20 - paturi de deshidratare și uscare a nămolurilor.

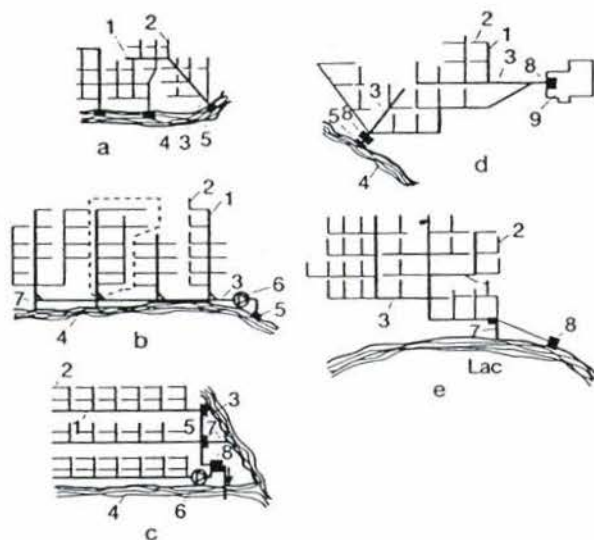


Fig. 3.2.2. Scheme de canalizare publică:

- a - perpendiculară directă; b - perpendiculară indirectă; c - paralelă (în etaje); d - ramificată; e - radială;

- 1 - colector de serviciu; 2 - rețea exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri;
- 3 - colector public; 4 - emisar (râu);
- 5 - deversor; 6 - stație de pompare;
- 7 - canal deversor; 8 - stație de epurare;
- 9 - câmpuri de irigare.

Pentru localități mici, amplasate în terenuri aproape plane, se recomandă schema ramificată, iar pentru localități mari, având eventual mai mulți emisari, schema radială.

În concluzie, la alcătuirea schemei de canalizare, trebuie să se țină seama de proveniența și gradul de impurificare a apelor uzate, de condițiile de relief, de emisar și de rezultatele calculelor tehnico-economice.

3.3. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate menajere

Instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere cuprind ansamblul de obiecte sanitare, dispozitive sau sisteme constructive de colectare a apelor uzate și rețeaua de conducte care le transportă și evacuează în rețelele exterioare de canalizare, prin intermediul căminelor de racord, amplasate în exteriorul clădirilor.

3.3.1. Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate menajere

Rețelele de conducte pentru evacuarea apelor uzate menajere cuprind:

- conductele de legătură de la obiectele sanitare (sau alte puncte de utilizare a apei în scopuri igienico-sanitare) la coloane;
- coloanele (conductele verticale) de evacuare a apelor uzate menajere;

- conductele orizontale (colectoare), la care sunt racordate coloanele;

- conductele de ventilare naturală a rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere.

3.3.1.1 Rețele de conducte pentru evacuarea apelor uzate menajere

• *Conductele de legătură de la obiectele sanitare la coloane.* Apele uzate menajere sunt evacuate din obiectele sanitare (fig. 3.3.1), prin sifoanele acestora, în conductele orizontale de legătură la coloane. În acestea (fig. 3.3.2) apa curge gravitațional, fie cu nivel liber, fie la secțiunea plină a conductei, în funcție de gradul de utilizare a obiectului sanitar.

Pentru aceasta, conducta de legătură trebuie să aibă un anumit diametru, corespunzător debitului de apă evacuat și să fie montată cu o anumită înclinare față de orizontală, numită pantă de curgere. Dacă panta de curgere este prea mare, descărcarea apei din obiectul sanitar prin conducta de legătură în coloană se face brusc și apare o zonă de depresiune (presiune mai mică decât presiunea atmosferică) în conducta de legătură, care va produce aspirația gârzii hidraulice a sifoanelor în coloană, gazele nocive putând pătrunde apoi din coloană, prin obiectele sanitare, în încăperi. Același fenomen se poate produce și când, la aceeași conductă de legătură la coloană, sunt racordate mai mult de patru obiecte sanitare, datorită creșterii debitului de apă, deci și a vitezei de evacuare prin conductă. Dacă panta

de curgere este prea mică, viteza de curgere a apei uzate se reduce și suspensiile existente în apă nu pot fi antrenate, astfel că se depun prin sedimentare, putând duce la înfundarea conductei.

• *Coloanele de canalizare a apelor uzate menajere.* În coloane (fig. 3.3.3) apa curge prin cădere liberă; la debite mici are loc o curgere peliculară instabilă, fie sub forma unei elice cilindrice (fig. 3.3.3a) fie sub forma unei pelicule cu valuri (fig. 3.3.3b), având suprafața liberă în contact cu aerul care circulă prin coloană de jos în sus (în contracurent cu apa). Pe măsură ce debitul de apă crește, curgerea în coloană este perturbată, au loc rușeri ale peliculei și se pot forma diafragme (fig. 3.3.3c) sau dopuri de lichid (fig. 3.3.3d) care separă, în coloană, zone de depresiune (notate cu -) și de suprapresiune (presiune mai mare decât presiunea atmosferică, notate cu +); în punctele de depresiune ale coloanei se produce aspirația gârzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare, iar în punctele de suprapresiune are loc refluxul apei uzate din coloană prin conductele de legătură și obiectele sanitare în încăperi. Pentru a evita aceste situații, coloanele trebuie puse în legătură permanentă cu atmosfera prin conducte de ventilare naturală (aerisire), pentru ca, în interiorul coloanelor, pe întreaga lor înălțime, presiunea amestecului de gaze nocive cu aerul să fie egală cu presiunea atmosferică, asigurându-se în acest fel evacuarea rapidă și sigură a gazelor nocive în atmosferă.

Stabilirea numărului de coloane și a poziției acestora se face în funcție de sistemul constructiv adoptat, astfel încât conductele de legătură la obiectele sanitare să fie cât mai scurte.

La amplasarea coloanelor se țin seama de următoarele:

- gruparea coloanelor de canalizare împreună cu cele de alimentare cu apă;
- coloanele de canalizare se amplasează în apropierea obiectelor sanitare cu utilizarea cea mai mare, întrucât legăturile dintre obiectele sanitare și coloane se realizează cu piese de dimensiuni mari, limitate ca tipuri constructive;

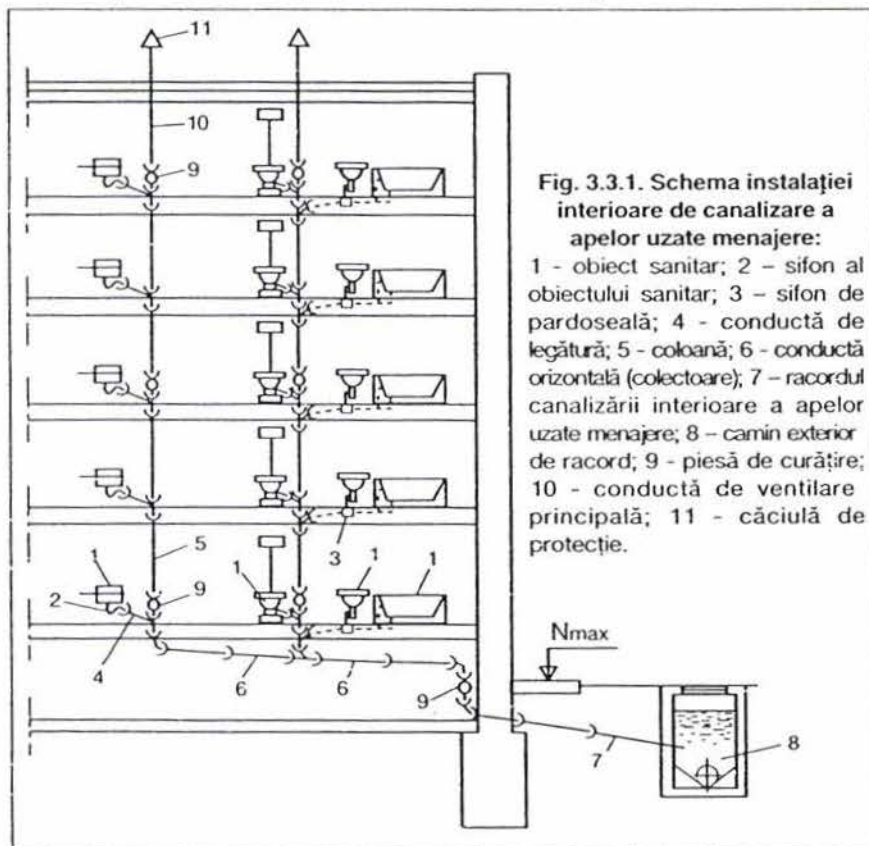


Fig. 3.3.1. Schema instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere:

1 - obiect sanitar; 2 - sifon al obiectului sanitar; 3 - sifon de pardoseală; 4 - conductă de legătură; 5 - coloană; 6 - conductă orizontală (colectoare); 7 - racordul canalizării interioare a apelor uzate menajere; 8 - camin exterior de racord; 9 - piesă de curățire; 10 - conductă de ventilare principală; 11 - căciulă de protecție.

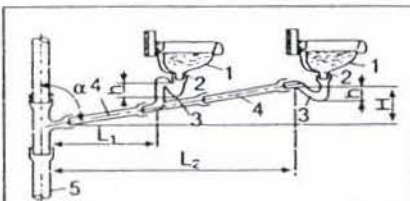


Fig. 3.3.2. Evacuarea apelor uzate de la obiectele sanitare, prin conducta de legătură la coloană:

1 - obiect sanitar (lavoar); 2 - ventil de scurgere; 3 - sifon; 4 - conductă de legătură la coloană; 5 - coloană de curgere.

- soluția aieasă nu trebuie să dăuneze aspectului încăperii; coloanele se amplasează, de regulă, în colțurile încăperilor când se montează aparent;

- coloanele care, în mod accidental, pot fi expuse loviturilor, se protejează cu rabiț, măști etc.;

- pozițiile și unghiurile de racordare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloanele de canalizare se realizează astfel încât să nu favorizeze înfundarea rețelei.

- în blocurile de locuințe se recomandă prevederea coloanelor de canalizare separate pentru bucătării de cele pentru grupurile sanitare;

- se interzice trecerea coloanelor de canalizare prin camere frigorifice, casa liftului, coșuri și canale de fum, spații inaccesibile, coșuri de ventilare, deasupra tablourilor electrice etc.

Pe coloanele de canalizare cu legături de la obiectele sanitare se prevăd tuburi (piese) de curățire la baza coloanei, deasupra ultimei ramificații și la fiecare două niveluri.

Înălțimea de montare a piesei de curățire este de 0,4 - 0,8 m față de pardoseală.

În cazul coloanelor având înălțimea de peste 45 m se prevăd devieri ale coloanelor (deplasarea axului); devierile se realizează la intervale de maximum 8 niveluri una de alta prin utilizarea curbilor de etaj sau a coturilor de 45° și mai mici.

În acest caz se montează, suplimentar, piese de curățire înainte și după deviere.

Se evită retragerile de coloane de canalizare la plafoanele încăperilor cu funcțiuni de vânzare din unități comerciale, depozite de alimente, birouri etc., prin amplasarea coloanelor pe lângă pereții sau stâlpii încăperilor.

• **Conductele orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere.** În conductele orizontale (colectoare) la care sunt racordate coloanele, curgerea apei uzate are loc gravitațional, cu nivel liber (fig. 3.3.4) pentru a se asigura evacuarea continuă a gazelor nocive, prin coloane, în atmosferă. Din această cauză secțiunea transversală a conductei orizontale colectoare este numai parțial umplută cu apă. Se definește gradul de umplere u a conductei colectoare ca fiind raportul între adâncimea h a curentului de apă și diametrul interior d al conductei (fig. 3.3.4a):

$$u = h/d \quad (3.3.1)$$

Se observă că: $0 \leq u \leq 1$; pentru exploatarea sigură și economică a conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere, gradul de umplere maxim admis este $u = 0,65$.

Spre deosebire de apele uzate convențional curate (inclusiv apele meteorice), apele uzate menajere conțin amestecuri

de diferite substanțe dizolvate sau nu, de proveniență organică sau anorganică, cu densități diferite. Aceasta face ca, în timpul curgerii prin colectoarele de canalizare, unele substanțe să plutească la suprafață și să fie antrenate de apă, iar altele să se mențină în suspensie în masa lichidului sau să se depună prin sedimentare, ducând la micșorarea continuă a secțiunii de curgere până la înfundarea conductei. Pentru a evita acest lucru, conducta orizontală colectoare se montează cu o anumită pantă de curgere i , definită astfel (fig. 3.3.4b):

$$i = \tan \varphi = \frac{H}{L} \quad (3.3.2)$$

Între panta i și viteza v de curgere a apei prin conducta orizontală colectoare există relația (Chézy):

$$v = C\sqrt{Ri} \quad [\text{m/s}] \quad (3.3.3)$$

în care:

- C este coeficientul de rezistență hidraulică (Chézy);

- R - raza hidraulică, definită ca raportul între aria A [m²] a secțiunii transversale a curentului de apă și perimetrul udat p [m] al secțiunii conductei:

$$R = \frac{A}{p} \quad [\text{m}] \quad (3.3.4)$$

Pentru același diametru al conductei orizontale colectoare de canalizare, la o pantă minimă de montare corespunde o viteză minimă de curgere a apei, la care toate substanțele în suspensie pot fi antrenate, numită *viteza de autocurățire a conductei* și care este mai mare decât viteza de sedimentare a suspensiilor; la o pantă maximă, corespunde o *viteză maximă* de curgere a apei peste a cărei valoare se produc procese abrazive (de eroziune) a conductei.

Pentru a asigura o funcționare sigură și o exploatare rațională a instalației de canalizare menajeră, viteza de curgere a apei prin conductele orizontale (colectoare) trebuie să fie mai mare decât viteza minimă de autocurățire care este de 0,7 m/s pentru conducte din fontă de scurgere, polietilenă, polipropilenă și PVC și mai mică decât viteza maximă care este de 4 m/s; deci: $0,7 < v < 4$ [m/s].

Pantele normale și minime de montare

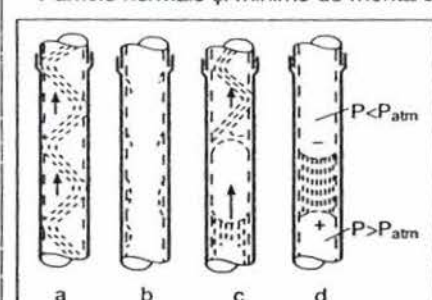


Fig. 3.3.3. Curgerea apei uzate menajere în conducte verticale (coloane).

ale colectoarelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere au valori diferite, în funcție de diametrele acestora.

Într-o conductă orizontală de canalizare având diametrul d și panta i de montare date, viteza v de curgere a apei poate să crească sau să scadă în funcție de creșterea sau scăderea debitului q de apă evacuat, care se determină cu relația:

$$q = A \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.3.5)$$

în care A reprezintă aria secțiunii transversale a curentului de apă în conducta de diametru d , iar viteza v a apei este dată de relația (3.3.3).

La alegerea traseelor colectoarelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere, se recomandă următoarele:

- în clădirile cu subsol, în care traseele sunt accesibile, se reduce la minimum numărul de ieșiri ale conductelor de canalizare din clădiri;

- reducerea la minimum a numărului schimbărilor de direcție;

- racordarea coloanelor la colectoare sub un unghi de maximum 45°;

- evitarea montării conductelor orizontale de canalizare în pardoseală, sub utilaje;

- evitarea utilizării ramificațiilor duble pe orizontală.

La clădirile fără subsol, amplasate în terenuri normale, se admite îngroparea în pământ sub pardoseală, a conductelor de canalizare, cu trasee cât mai scurte, fără schimbări de direcție, cu posibilități de intervenție pentru desfundare.

Schimbările de direcție sub un unghi de 90° se pot realiza folosind două curbe la 45° montate succesiv.

În scopul controlului funcționării și al intervenției în caz de înfundare în timpul exploatarei, pe conductele orizontale de canalizare se prevăd piese și dispozitive de curățire, la schimbări de direcție, în punctele de ramificație greu accesibile pentru curățirea din alte locuri, precum

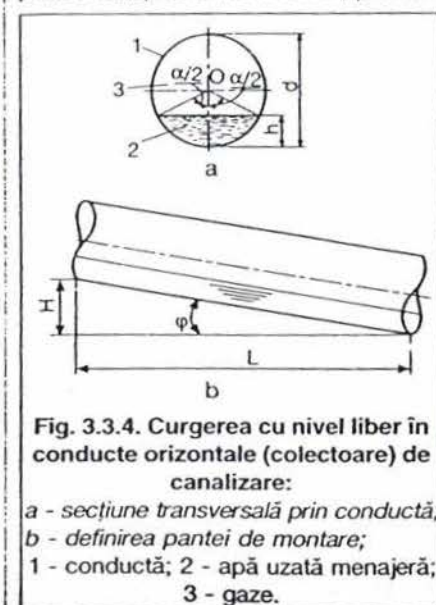


Fig. 3.3.4. Curgerea cu nivel liber în conducte orizontale (colectoare) de canalizare:

a - secțiune transversală prin conductă;
b - definirea pantei de montare;
1 - conductă; 2 - apă uzată menajeră;
3 - gaze.

și pe trasee rectilinii lungi.

Tuburile de curățire (fig. 3.3.5) se amplasează în așa fel încât să fie posibilă curățirea conductei în ambele sensuri.

Conductele suspendate sub tavanele încăperilor folosite, se curăță printr-un cot cu capac (fig. 3.3.5c), pentru a se evita, la curățire, scurgerea apelor uzate în încăperile de sub colectoarele de canalizare.

În subsol, piesele de curățire se montează pe conductele amplasate în spațiile comune sau în spațiile aparținând beneficiarilor pe care îi servesc.

Poziția conductelor orizontale de canalizare, față de conductele altor instalații, precum și distanțele minime față de acestea, vor fi conforme cu prescripțiile în vigoare, după cum urmează:

- față de instalațiile electrice, conform „Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori cu tensiuni până la 1000 Vc.a și 1500 Vc.c”

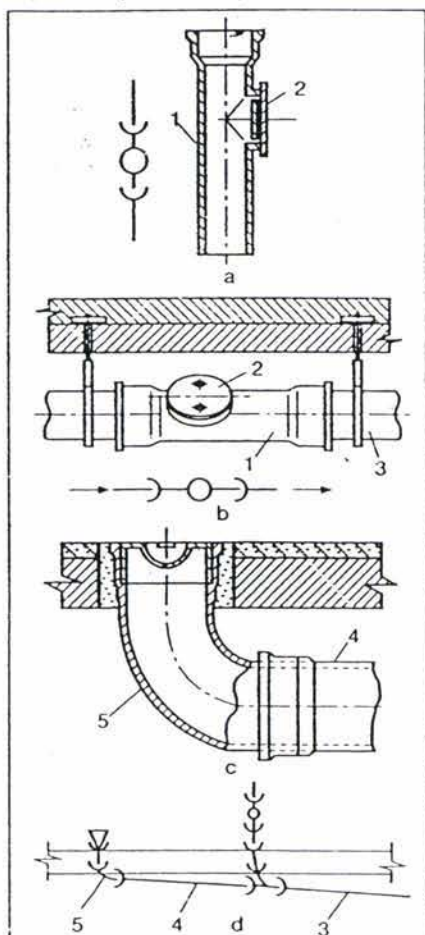


Fig. 3.3.5. Tuburi, piese și dispozitive de curățire:

a - piesă de curățire (poziție verticală, pentru coloane); b - piesă de curățire montată pe o conductă orizontală de canalizare; c - cot cu capac pentru curățire; d - idem, reprezentare schematică; 1 - piesă de curățire; 2 - capac; 3 - colector orizontal; 4 - prelungirea colectorului orizontal; 5 - cot cu capac pentru curățire.

- I 7;

- față de instalațiile de gaze, conform „Normativului pentru proiectarea și executarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale” - I 6.

La trecerea conductelor de canalizare prin subsoluri având adăposturi de apărare civilă se respectă prevederile din „Normele tehnice privind proiectarea și executarea adăposturilor de apărare civilă în subsolurile clădirilor noi” - P 102.

Se recomandă evitarea montării conductelor de canalizare în spații a căror temperatură scade sub 0 °C; dacă acest lucru nu este posibil, se iau măsuri speciale contra înghețului.

Se evită trecerea conductelor orizontale de canalizare prin rosturile de tasare - dilatare ale construcțiilor separate prin pereți.

În cazurile când aceasta nu se poate evita, se admite trecerea conductelor numai în subsoluri, luându-se măsuri pentru împiedicarea distrugerii conductelor ca urmare a tasărilor diferite ale construcțiilor, prevăzându-se goluri care vor fi mai mari decât diametrul exterior al conductelor cu 10...15 cm, conductele montându-se la partea inferioară a acestora.

La trecerea conductelor orizontale de canalizare prin elemente de construcții care au rol de siguranță la foc (pereți și planșee) se iau măsuri de protecție necesare (piese de trecere, de etanșare etc.), asigurându-se limita de rezistență la foc prevăzută prin norme.

• *Soluții tehnice speciale de canalizare a apelor uzate menajere.* Pentru utilizarea rațională a apei, în condiții igienico-sanitare și de confort sporit, au fost realizate aparate și dispozitive atașate obiectelor sanitare, care au îmbunătățit soluțiile tehnice tradiționale de evacuare a apelor uzate prin rețelele de canalizare.

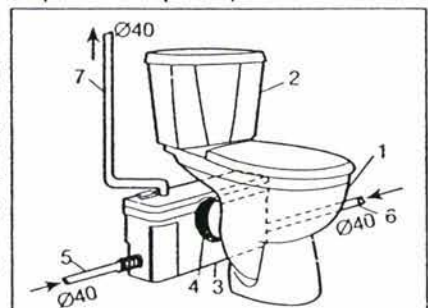


Fig. 3.3.6. Pompa de evacuare a apelor uzate:

1 - closet racordat la pompa de evacuare; 2 - rezervorul cu apă al closetului; 3 - pompa de evacuare a apelor uzate (micropulsor); 4 - racordul closetului la pompa de evacuare a apelor uzate; 5 - racord pentru apele uzate de la mașina de spălat rufe; 6 - racord pentru apele uzate de la mașina de spălat vase; 7 - conductă de evacuare a apelor uzate de la pompa de evacuare.

Evacuarea apelor uzate de la mașinile de spălat vase sau de spălat rufe se poate realiza cu pompe cu debite de circa 50 l/min (fig. 3.3.6) care asigură refluxarea apei uzate, în coloană, printr-o conductă cu diametrul de 40 mm, la o distanță de 40...50 m pe orizontală și 3,5...4 m pe verticală. Având dimensiuni de gabarit reduse, pompa poate fi amplasată în spatele vaselor de closet, sub spălătoarele de vase de bucătărie etc. Evacuarea apelor uzate menajere cu astfel de pompe conduce la schimbarea configurației și a soluțiilor constructive ale rețelei interioare de canalizare. Amplasarea coloanelor de canalizare nu mai este condiționată de amplasarea obiectelor sanitare, a mașinilor de spălat vase sau a mașinilor automate de spălat rufe. În plus, numărul de coloane de canalizare a apelor uzate menajere se poate reduce considerabil.

Evacuarea apelor uzate de la vasele de closet se poate asigura cu ajutorul unor micropulsore (fig. 3.3.7) care formează un ansamblu compact, monobloc și multifuncțional. Micropulsorul aspiră în 3 secunde apa uzată (inclusiv fecale, hârtie etc., pe care le dezinfectează) și o refulează la presiunea de 1 bar, într-o conductă racordată la coloana de canalizare. Această conductă poate avea lungimea de 40...50 m pe orizontală și de 4...6 m pe verticală. Consumul de apă pentru spălarea closetului este de 3,5 l pentru o utilizare, ceea ce conduce la o economie de cca 30 000 l apă, pe an, pentru o familie cu 4 persoane, comparativ cu consumul de apă pentru un closet standard.

3.3.1.2 Conducte de ventilare naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere

Ventilarea naturală a rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere este necesară pentru asigurarea regimului de curgere a apei uzate cu suprafață liberă și pentru evacuarea gazelor nocive (rău mirositoare, toxice sau otrăvitoare)

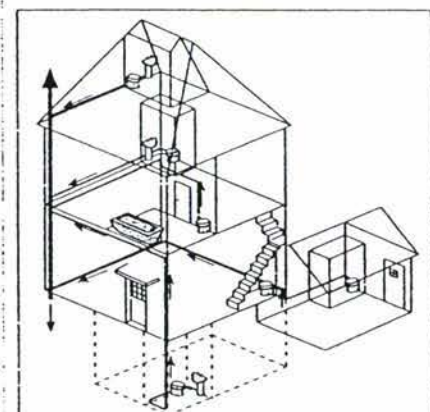


Fig. 3.3.7. Schema instalației de canalizare dintr-o clădire având closete echipate cu micropulsor.

ciclu de funcționare a ventilatorului este reglabilă de la 3 la 15 min.

3.3.1.3 Racordarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate la rețeaua exterioară de canalizare

Instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere se racordează la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul căminelor de racord, numite cămine de vizitare.

În terenurile normale căminele de racord se amplasează, față de clădire, la distanța minimă de 2 m și maximă de 10 m. În terenurile sensibile la umezire, căminele de racord se amplasează ținând seama de prevederile „Normativului pentru proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe terenuri sensibile la umezire”, P 7.

Racordarea conductei principale de canalizare interioară a apelor uzate menajere la căminul exterior trebuie realizată astfel încât cota minimă de amplasare a punctelor de consum al apei să fie deasupra nivelului maxim N_{max} al apei din canalizarea exterioară (fig. 3.3.1) deoarece, în caz contrar, apare pericolul refuzării apei din rețeaua exterioară de canalizare prin obiectele sanitare, în interiorul clădirii, provocând inundarea acesteia. Această situație poate să apară și în timpul unor ploii de intensitate foarte mare (chiar dacă sunt de scurtă durată),

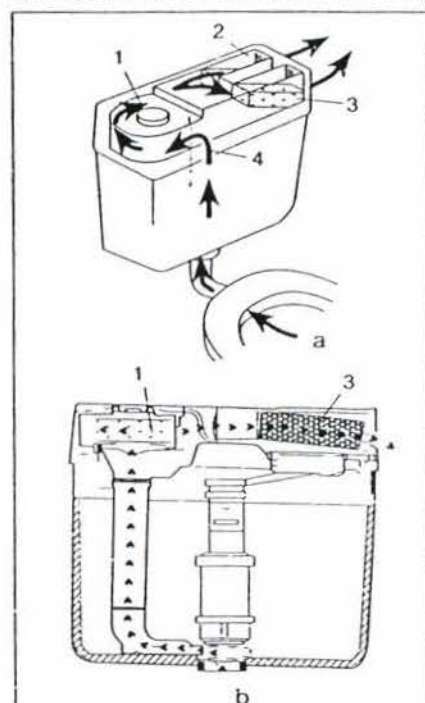


Fig. 3.3.11. Closet echipat cu aerator pentru evacuarea gazelor rău mirositoare:

a - evacuare directă; b - evacuare prin filtru cu cărbune activ;

1 - ventilator; 2 - evacuare directă; 3 - filtru cu cărbune activ; 4 - intrare aer proaspăt.

când rețeaua exterioară de canalizare intră în regim de curgere sub presiune.

Pentru a evita acest pericol se pot adopta diferite soluții tehnice, în funcție de particularitățile construcției respective.

O soluție este de a amplasa obiectele sanitare din subsol astfel încât cota N_1 a capului sifonului de pardoseală să fie deasupra nivelului maxim al apei din căminul exterior sau de la nivelul trotuarului (fig. 3.3.12). Racordarea acestor obiecte sanitare se face printr-o conductă de evacuare legată la conducta de racord la canalizarea exterioară.

Dacă soluția propusă mai sus nu poate fi realizată din motive de ordin constructiv, se poate separa instalația de canalizare a obiectelor sanitare situate sub nivelul terenului (fig. 3.3.13) de instalația de canalizare pentru restul clădirii; pe conducta de evacuare se montează un dispozitiv cu clapetă de reținere, numit închizător cu sertar contra refuzării care asigură curgerea apei numai într-un singur sens (de la interior spre exterior).

Închizătorul cu sertar contra refuzării apei se montează într-un cămin, pentru ca, în timpul exploatarei, să poată fi curățat de suspensiile depuse prin sedimentare, și care ar putea bloca clapeta anulând astfel efectul pentru care a fost montată în instalație.

Apele uzate, fără suspensii, din subsolul clădirii, pot fi colectate într-un recipient (fig. 3.3.14) și evacuate cu o pompă manuală cu clape (tip Allweiler), dacă sunt debite mici, sau cu o pompă centrifugă, dacă sunt debite mari, acționată automat în funcție de nivelul apei din recipient, cu ajutorul unui plutitor.

Pompa manuală cu clape trebuie amor-

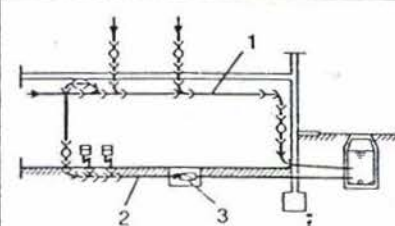


Fig. 3.3.13. Separarea canalizării obiectelor sanitare sub nivelul terenului folosind dispozitive contra refuzării: 1 - conductă orizontală de canalizare; 2 - conductă de canalizare a obiectelor sanitare amplasate sub nivelul apei din căminul exterior; 3 - închizător cu sertar contra refuzării apei uzate.

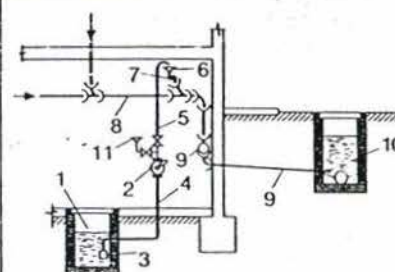


Fig. 3.3.14. Instalație pentru evacuarea apei din subsoluri cu pompa de mână: 1 - recipient în pardoseala subsolului pentru colectarea apelor uzate; 2 - pompă de mână; 3 - sorb; 4 - conductă de aspirație; 5 - conductă de refuzare; 6 - pâlnie; 7 - sifon cu gardă hidrolică; 8 - conductă orizontală de canalizare; 9 - conducta de racord a instalației interioare la căminul exterior de canalizare; 10 - cămin de racord; 11 - pâlnie pentru amorsarea cu apă a pompei de mână.

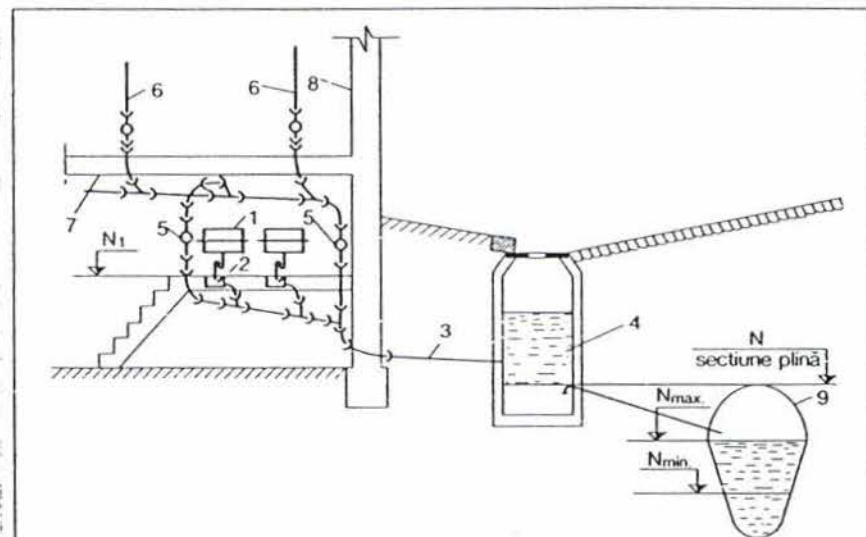


Fig. 3.3.12. Canalizarea obiectelor sanitare amplasate în subsol, prin conductă legată la conducta de racord la canalizarea exterioară:

1 - obiect sanitar (chiuvetă); 2 - sifon de pardoseală; 3 - conductă de racord la canalizarea exterioară; 4 - cămin de racord; 5 - piesă de curățire; 6 - coloană de curgere; 7 - planșeu; 8 - zid exterior; 9 - canal colector (conductă publică sau orășenească de canalizare).

ată (umplută cu apă) înainte de a fi pusă în funcțiune. Ea aspiră apa din recipient, prin intermediul unui sorb și al conductei de aspirație, și o refulează, printr-o conductă, într-o pâlnie prevăzută cu sifon cu gardă hidraulică, în conducta orizontală de canalizare, de unde, prin conducta de acord, este evacuată în căminul exterior de canalizare. Nu este indicată racordarea directă a conductei de refulare a pompei la conducta orizontală de canalizare, deoarece poate apărea pericolul refulării apei uzate prin pompă și recipient, producând inundarea clădirii.

La ieșirea în exterior a conductelor de canalizare din clădiri se adaugă adâncimea minimă de protecție contra înghețului (conf. STAS 6054), măsurată la nivelul finit (după amenajare) al terenului, până la generatoarea superioară a conductelor, care este cuprinsă între 0,7 și 1,1 m. Dacă pozarea în aceste condiții nu este posibilă se iau măsuri speciale contra înghețului.

3.3.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere

3.3.2.1 Tevi, tuburi și piese de legătură pentru canalizări

La realizarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere, se recomandă utilizarea următoarelor țevi și tuburi:

- pentru racordarea obiectelor sanitare la instalația de canalizare: tuburi din fontă de scurgere, țevi din plumb de scurgere, țevi și tuburi din polipropilenă (PP), din polietilenă (PE) sau din policlorură de vinil (PVC) și tuburi flexibile din metal sau mase plastice;

- pentru coloane și conducte orizontale (colectoare) de canalizare: tuburi din fontă de scurgere, PP, PE sau PVC.

În cazul clădirilor de locuit, la care coloanele se execută din PP, PE sau PVC, se recomandă ca la baza coloanelor să se utilizeze curbe din fontă sau din mase plastice, cu pereți îngroșați, ancorate de elementele de construcții.

Tuburile și piesele de legătură din fontă utilizate în mod curent pentru canalizări sunt:

- tuburi din fontă STAS 1515/2 (fig. 3.3.15a) și respectiv „seria M”, STAS 9392 (fig. 3.3.15b) cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm. Acestea sunt prevăzute cu mufă la un capăt și se pot îmbina prin stemuire sau cu garnituri din cauciuc;

- mufe duble din fontă pentru canalizări, STAS 1515/3 (fig. 3.3.15c) având diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150, și 200 mm;

- coturi, STAS 1694 (fig. 3.3.15d) folosite pentru schimbarea direcției conductelor de canalizare; se fabrică cu unghiuri α între axe de 30, 45, 70, 80 și 90° și diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm;

- reducții din fontă pentru canalizări, STAS 1515/4, (fig. 3.3.15e) cu diametre nominale: 50x75, 50x100, 75x100, 100x125, 100x150, 125x150, 125x200 și 150x200 mm;

- curbe de etaj, STAS 1694, (fig. 3.3.15f), folosite pentru devierea conductei de scurgere, când trebuie să se ocolească anumite elemente de construcții; se fabrică cu distanța între axe de 65, 130 și 200 mm și cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm;

- ramificații simple cu mufă, STAS 1695, (fig. 3.3.15g), care servesc pentru racordarea la conducta de canalizare a unui racord cu o înclinare de 45°, 67°30' sau 87°30'; ramificațiile se execută în două forme: egală - simbol E și inegală - simbol N. Diametrele nominale D, pentru ramura principală, sunt de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm iar pentru ramura

secundară D₁, cu o dimensiune sau două mai mici decât D;

- tuburi din fontă, cu gură de curățire, STAS 1515/5 (fig. 3.3.15h), care se fabrică cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm.

Țevile din plumb pentru scurgere STAS 671 (tab. 3.3.1), se folosesc pentru executarea legăturilor dintre obiectele sanitare și coloanele instalației de canalizare.

Țevile și piesele speciale pentru instalațiile de canalizare, fabricate din polipropilenă ignifugată, prezintă următoarele caracteristici:

- mare stabilitate dimensională, care permite îmbinarea cu garnituri din elastomeri;
- rezistență bună la lovire;
- rezistență foarte bună la apa fierbinte provenită de la mașinile de spălat rufe sau vase;

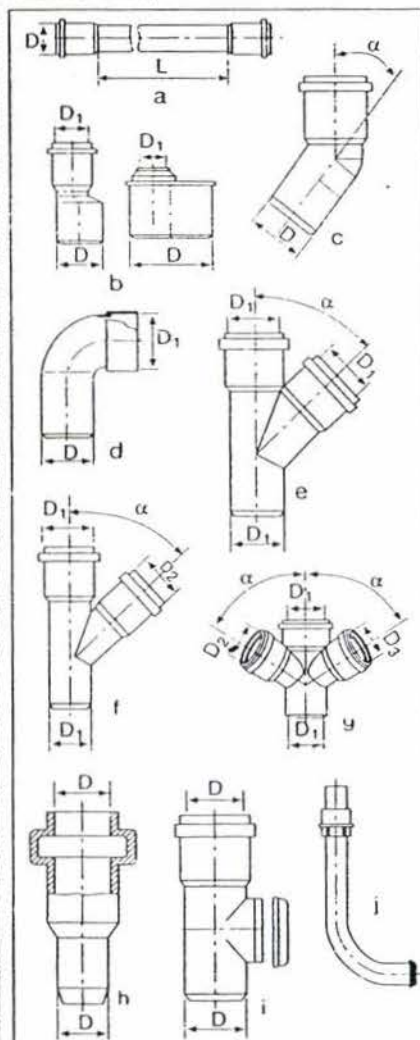


Fig. 3.3.16. Tuburi și piese de legătură din polipropilenă:

a - tub cu mufă; b - reducere excentrică; c - cot; d - curbă pentru racordarea obiectelor sanitare; e - ramificație egală; f - ramificație redusă; g - ramificație dublă în unghi $\alpha=67^{\circ}30'$; h - mufă cu adâncime dublă; i - piesă de curățire; j - tub flexibil cu garnitură și racord la obiecte sanitare.

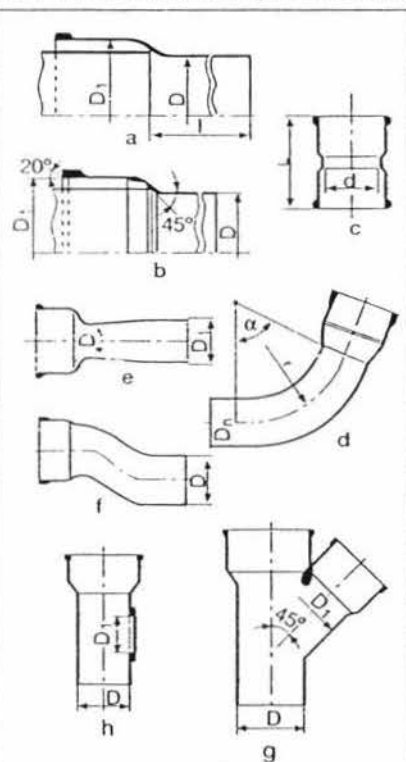


Fig. 3.3.15. Tuburi și piese de legătură din fontă de scurgere:

a - tub cu mufă dreaptă; b - tub cu mufă cu caneluri; c - mufă dublă; d - cot; e - reducere; f - curbă de etaj; g - ramificație inegală; h - piesă de curățire.

Tabelul 3.3.1. Țevi din plumb pentru scurgere (STAS 671)

Diametrul [mm]		Grosimea pereților [mm]	Presiunea de regim [bar]
interior	exterior		
30	34	2	3
40	44	2	3
50	54	2	2
100	105	2,5	0,5

- structura de suprafață ușurează curgerea și împiedică depunerea și formarea de cruste;

- fenomenul de condensare pe conducte este neglijabil, datorită conductivității termice scăzute a polipropilenei;

- datorită materiei prime folosite, aceste produse practic nu dau semne de „îmbătrânire”;

- conductele și piesele speciale sunt foarte ușoare datorită greutatei specifice reduse;

- sunt extrem de rezistente la acțiunea detergenților și a produselor tensioactive;

- polipropilena nu este atacată de marea majoritate a acizilor și bazelor minerale, chiar la concentrații ridicate și temperaturi ce nu depășesc 90° C;

- garniturile de etanșare sunt deja montate în mufe; materialul special construit pentru etanșare conferă acestor garnituri o durată de viață egală cu cea a conductelor;

- montarea rapidă și economică nu necesită folosirea adezivilor, care sunt scumpi și deseori emană vapori toxici;

- întreținerea este ușoară;

- reparațiile și extinderile ulterioare ale instalației de canalizare se pot face fără nici o problemă;

- modul de îmbinare permite asamblarea simplă și rapidă cu conducte din materiale diferite: fontă, PVC, polietilenă sau țevi metalice.

Tuburile din polipropilenă (PP) pentru canalizare se fabrică fără mufe, cu o mu-

fă la un capăt sau cu mufe la ambele capete (fig. 3.3.16a), cu diametre nominale de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și cu lungimi cuprinse între 150 și 5000 mm.

Piese speciale de legătură din polipropilenă pentru canalizare se fabrică într-o gamă largă de tipuri - dimensiuni, dintre care, în figura 3.3.16 se exemplifică:

- reducții excentrice (fig. 3.3.16b), cu diametre D de 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și D₁ cu una sau două dimensiuni mai mici decât D;

- coturi (fig. 3.3.16c) cu diametre D de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și unghiuri α de 15°, 30°, 45°, 67°30', 80° și 87°30';

- curbe tehnice sau garnituri pentru racordarea obiectelor sanitare (fig. 3.3.16d), cu diametru D de 32, 40, și 50 mm și D₁ de 46, 53.5 și 60 mm;

- ramificație egală (fig. 3.3.16e) cu diametre D₁ de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și unghiuri α de 45°, 67°30' și 87°30';

- ramificații reduse (fig. 3.3.16f) cu diametre D₁ de 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și D₂ cu una sau două dimensiuni mai mici decât D₁ și unghiuri α de 45°, 67°30' și 87°30';

- ramificații duble în unghi α de 67°30' (fig. 3.3.16g) cu diametre D₁/D₂/D₃ de 110/110/110, 110/50/110, 110/110/50 și 110/50/50;

- mufă cu adâncime dublă (fig. 3.3.16h) cu diametre D de 40, 50, 75, 110 și

125 mm;

- piesă de curățire (fig. 3.3.16i), cu diametre D de 50, 75, 110, 125 și 160 mm;

- tub flexibil cu garnitură și racord la obiectele sanitare (fig. 3.3.16j) cu diametre de 32 și 40 mm și lungimea de 500 mm.

Tuburile și piesele de legătură (fitinguri) din polietilenă (PE) (fig. 3.3.17a) au o fiabilitate ridicată și se produc într-o mare varietate de sortimente și dimensiuni. Pe lângă tipurile uzuale de fittinguri: coturi (fig. 3.3.17b), ramificații egale (fig. 3.3.17c) sau inegale (fig. 3.3.17d), numeroase firme din Franța, Italia, Germania etc. produc piese speciale din polietilenă, prevăzute cu 5 sau 6 racorduri (fig. 3.3.17e), cu unghiuri de racordare diferite (90°, 135° etc.) mărind posibilitățile de montare a conductelor rețelei de canalizare. În același scop se produc ramificații multiple (fig. 3.3.17f). Pentru preluarea dilatării conductelor de diferite diametre, se produc compensatoare de dilatare (fig. 3.3.17g).

Ţevile și tuburile din policlorură de vinil, neplastifiată, tip PVC, STAS 6675/2 sunt folosite pentru evacuarea apelor de canalizare necorosive față de PVC și se execută în două variante constructive: simple și mufate, cu diametre nominale uzuale de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm. Fitingurile din PVC (coturi, teuri, reducții, mufe, ramificații etc.) sunt

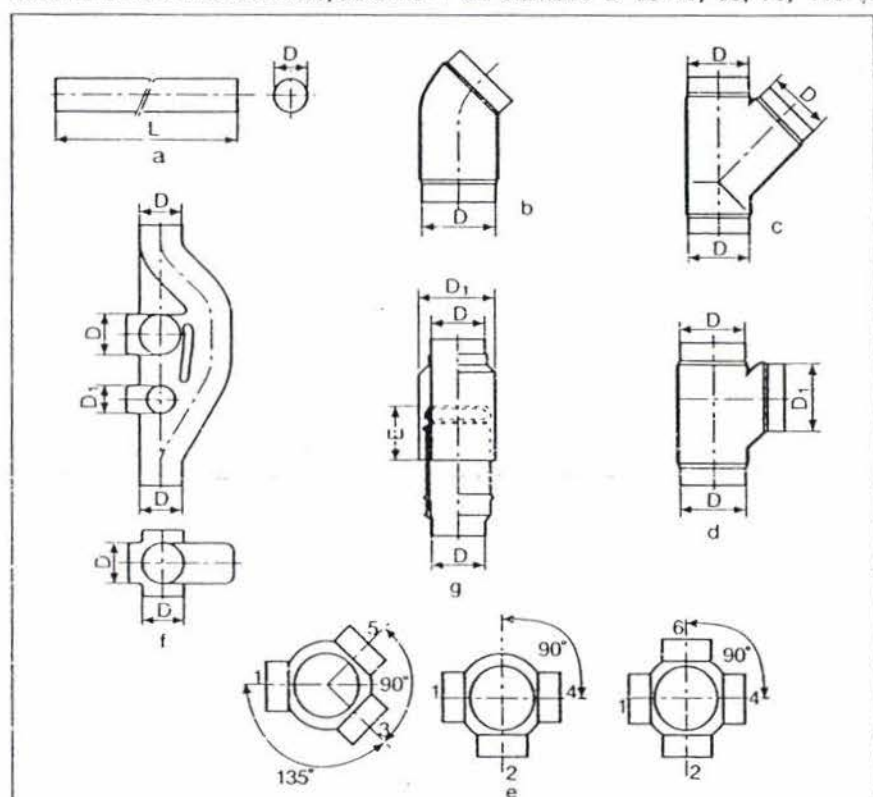


Fig. 3.3.17. Tuburi și piese de legătură din polietilenă:

a - tub drept; b - cot; c - ramificație egală; d - ramificație redusă; e - piese speciale cu 5 sau 6 racorduri; f - ramificație multiplă; g - compensator de dilatare.

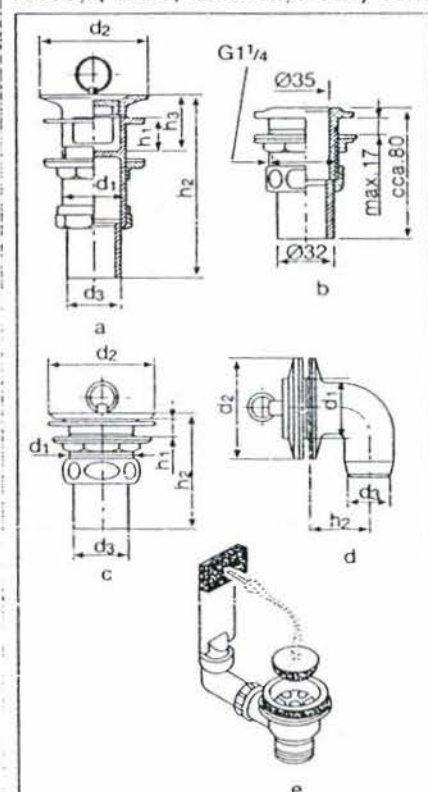


Fig. 3.3.18. Ventile de scurgere pentru obiectele sanitare:

a - pentru lavoare și spălătoare; b - pentru rezervoare de closet; c - pentru căzi de baie; d - ventilație de preaplin pentru căzi de baie; e - ventilație de scurgere cu preaplin.

fabricate într-o largă gamă tip - dimensională ca și cele similare executate din polietilenă sau polipropilenă.

3.3.2.2 Ventile de scurgere pentru obiecte sanitare

Ventile de scurgere ale obiectelor sanitare (fig. 3.3.18) îndeplinesc următoarele funcțiuni: protejează marginile orificiului de scurgere; asigură, la nevoie, închiderea orificiului cu un dop de plastic; face legătura cu preaplinul și permite racordarea obiectului sanitar cu sifonul.

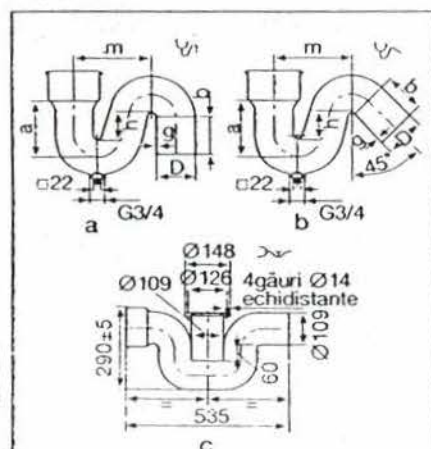


Fig. 3.3.19. Sifoane din fontă pentru canalizări, în variantele:
a - tip S; b - tip P; c - tip U.

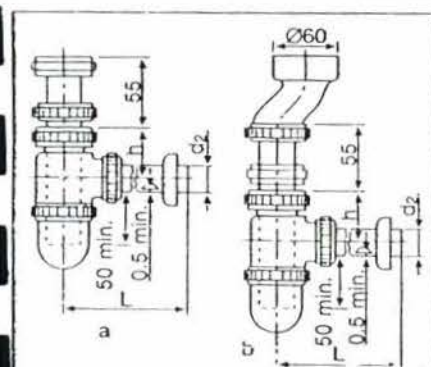


Fig. 3.3.20. Sifoane din alamă, tip butelie:
a - pentru uz general; b - pentru pisoar.

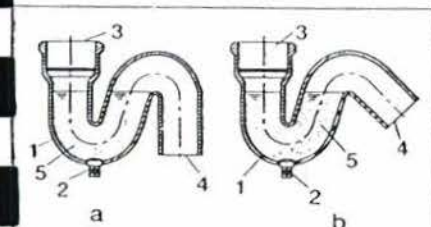


Fig. 3.3.21. Sifoane din plumb cu gardă hidrolică, pentru obiecte sanitare:
a - tip S; b - tip P;

1 - corpul sifonului; 2 - dop de curățire;
3 - racord la obiectul sanitar; 4 - racord la canalizare; 5 - gardă hidrolică.

3.3.2.3 Sifoane pentru obiecte sanitare, mașini de spălat vase și mașini de spălat rufe

Sifoanele obiectelor sanitare se montează sub ventili de scurgere și sunt astfel construite încât să rețină, permanent, un strat de apă de circa 60 mm înălțime, numit gardă hidrolică, ce are rolul de a împiedica pătrunderea gazelor nocive din rețeaua de canalizare în încăperi.

Principalele materiale din care se execută sifoanele pentru obiecte sanitare și mașini de spălat rufe sau vase sunt: fontă, alamă, plumb, PVC, polipropilenă sau polietilenă.

Sifoanele din fontă pentru canalizări, STAS 1515/6 (fig. 3.3.19, tabelul 3.3.2) se execută în trei variante: tip S, tip P și tip U.

Sifoanele din alamă, tip butelie (fig. 3.3.20 tabel 3.3.3) se execută cu suprafețele exterioare șlefuite și cromate și se montează cu un ventil de scurgere (simplu sau reglabil) fără racord.

Sifoanele din plumb se execută în 2 tipuri (fig. 3.3.21 tabel 3.3.4): tip S, folosit pentru conductă de scurgere verticală și tip P, pentru conductă de scurgere înclinată.

Sifoanele din PVC (fig. 3.3.22, tabel 3.3.5 și 3.3.6) se execută cu cap de racordare în două variante: varianta R pentru racordare la conductă din plumb și

varianta F pentru racordare la conductă din PVC.

Sifoanele din polipropilenă (fig. 3.3.23) sau polietilenă pot fi: pentru spălător de bucătărie, cu racord pentru mașina de spălat vase (fig. 3.3.23a) sau special construit pentru mașini de spălat vase sau rufe, în varianta de montare aparentă (fig. 3.3.23b) sau îngropată (fig. 3.3.23c).

Sifonul pentru spălătorul de bucătărie, prevăzut cu racord la mașina de spălat vase, echipat cu clapetă contra refulării apei uzate (fig. 3.3.24), elimină aspirația gârzii hidrolice datorită vidului format la oprirea pompei de evacuare a apei din mașină.

3.3.2.4 Sifoane de pardoseală

Servesc pentru colectarea și evacuarea apei de pe suprafețele pardoselilor din:

- camere de baie (în clădiri de locuințe și alte categorii de clădiri cu camere de baie);

- camere cu dușuri;

- încăperi pentru pisoare;

- încăperi în care se montează fântâni de băut apă;

- în dreptul punctelor de scurgere în încăperi prevăzute cu mașini de spălat rufe, cazane de fierț rufe, marmite și alte echipamente cu posibilități de evacuare directă a volumului suplimentar de apă;

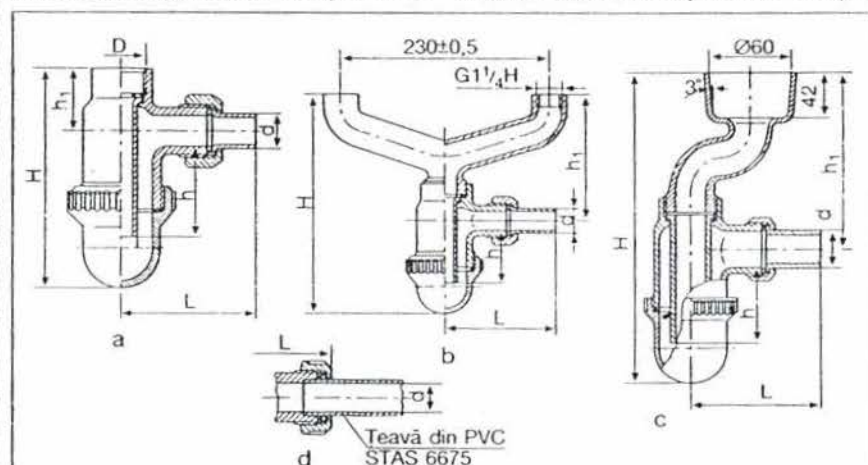


Fig. 3.3.22. Sifoane executate din PVC, cu cap de racordare:
a - tip 1, varianta R; b - tip 2, varianta R; c - tip 3, varianta R; d - detaliu cap de racordare la țevă.

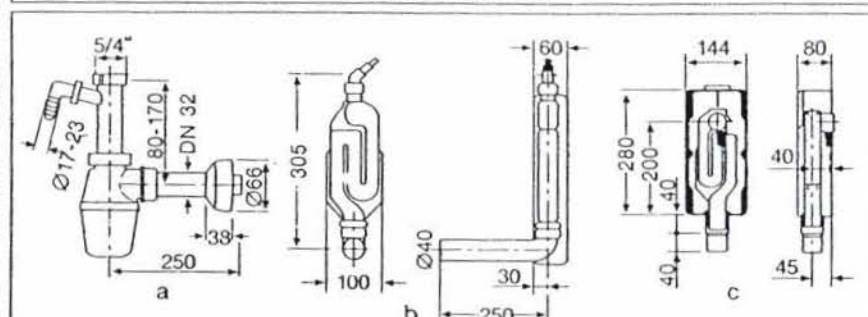


Fig. 3.3.23. Sifoane din polipropilenă:

a - pentru spălător de bucătărie, cu racord pentru mașina de spălat vase; b - pentru mașina de spălat rufe sau vase (montare aparentă); c - pentru mașina de spălat rufe sau vase (montare îngropată).

- încăperi în care există posibilitatea spălării sau stropirii pardoselii (spălătorii de rufe, de vase, veselă, legume, centre de sifoane etc.);

- magazine cu profil alimentar, având suprafața în care se desfășoară operațiuni de vânzare de peste 100 m² (pește, carne, legume, fructe, lactate etc.);

- spălătorii și camere de gunoi ale clădirilor de locuit;

- curți de lumină având o suprafață sub 8 m²;

- exteriorul camerelor frigorifice, în apropierea ușii;

- grupuri sanitare de folosință comună.

Sifoanele de pardoseală sunt astfel construite încât să rețină în corpul lor, ca și sifoanele obiectelor sanitare, o gardă hidraulică. Pentru menținerea acesteia se recomandă racordarea la sifoanele de pardoseală a conductei de scurgere a unui obiect sanitar cu utilizare frecventă.

Sifoanele de pardoseală se produc din fontă emailată, plumb, polipropilenă, polietilenă sau PVC într-o gamă variată de tipuri constructive.

Sifoanele de pardoseală din fontă emailată, STAS 3690, se fabrică în trei tipuri: tip I, sifoane simple cu ieșire verticală (fig. 3.3.25a; tabel 3.3.7); tip II, sifoane combinate, cu ieșire verticală (fig. 3.3.25b); tip III, sifoane combinate cu ieșire laterală (fig. 3.3.25c).

Sifoanele de pardoseală executate din plumb pot fi simple sau combinate.

Sifoanele de pardoseală, executate din polipropilenă sau polietilenă, sunt prevăzute cu dispozitive antisfumă și pot avea unul sau mai multe racorduri de intrare a apelor uzate, iar racordul de ieșire poate fi orizontal, vertical sau înclinat sub un anumit unghi, după cum este necesar.

Unele tipuri de sifoane de pardoseală sunt prevăzute în secțiunea de evacuare a apei uzate cu clapetă contra refulării (clapetă antiretur).

Sifoanele de plintă din PVC, STAS 8874 (fig. 3.3.26) se execută din policlorură de vinil neplastifiată și se montează

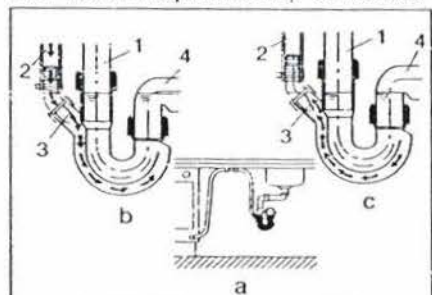


Fig. 3.3.24. Sifon pentru spălător de bucătărie și mașină de spălat vase, echipat cu clapetă contra refulării:

a - ansamblu; b - poziția deschisă;

c - poziția închisă;

1 - racord spălător; 2 - racord mașină de spălat vase; 3 - clapetă contra refulării; 4 - racord evacuare.

la plinta camerelor de baie, având prevăzut și racord pentru evacuarea apei de la lavoar.

3.3.2.5 Închizătoare cu sertar contra refulării apei uzate

Închizătorul (fig. 3.3.27) este executat cu două organe de închidere: un sertar cu tijă și roată de manevră, acționat manual, și o valvă care funcționează sub acțiunea apei. Corpul închizătorului este prevăzut cu capac de vizitare și curățare fixat prin șuruburi.

Închizătoarele cu sertar contra refulării apei uzate se execută cu diametre nominale de 100, 125, 150 și 200 mm.

3.3.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere

3.3.3.1 Debite specifice, echivalenți de debite și debite de calcul

Debitele specifice de ape uzate menajere q_s [l/s], respectiv cantitățile de apă, evacuate de la punctele de consum în

Tabelul 3.3.2. Sifoane din fontă pentru canalizare (STAS 1515/6)

D _n [mm]	D [mm]	a [mm]	b [mm]	h [mm]	m [mm]	g [mm]	Masa informativă [kg]	
							varianta S	varianta P
50	57	92	70	40	110	3,5	2,4	2,3
75	83	120	80	60	160	3,5	5,4	5,2

Tabelul 3.3.3. Sifoane tip butelie, din alamă. Dimensiuni principale

D _n [mm]	Filet pentru piuliță [in]	L [mm]	d ₂ [mm]	h [mm]
25	G1	190	25	35
32	G1 1/4	230	32	40
40	G1 1/2	260	38	40
50	G2	260	48	45

Tabelul 3.3.4. Sifoane din plumb

Forma	Diametrul		Înălțimea h [mm]	Lățimea l [mm]	Grosimea peretelui [mm]	Masa teoretică [kg/buc]
	interior [mm]	exterior [mm]				
S	30	33	160	125	1,5	0,500
S	40	44	165	165	2,0	0,800
S	50	54	170	200	2,0	1,110
P	30	33	145	180	1,5	0,400
P	40	44	155	190	2,0	0,600
P	50	54	165	200	2,0	0,850

Tabelul 3.3.5. Sifoane din PVC, cu cap de racordare. Dimensiuni principale

Sifon Tip	D _n [mm]	Dimensiuni principale					
		Filet pt.D [in]	L [mm]	H [mm]	h ₁ [mm]	d [mm]	h [mm]
1	R	25	G1	88	143	39	50
	F	25	G1	55	143	39	50
	R	32	G1 1/4	110	154	42	50
	F	32	G1 1/4	70	154	42	50
	R	40	G1 1/2	120	170	49	50
2	R	40	-	120	276	154	50
	F	40	-	76	276	154	50
3	R	25	-	88	244	140	50
	F	25	-	55	244	140	50

Tabelul 3.3.6. Sifoane din PVC, cu cap de racordare. Domeniu de utilizare.

Tipul sifonului	Fig. 3.3.22	D _n [mm]	Utilizarea obișnuită la
1	a	25	Lavoare STAS 1540
		32	Spălătoare simple STAS 2759
		40	Spălătoare cu suport pentru vase STAS 2759 Chiuvete STAS 2758
2	b	40	Spălătoare duble de vase STAS 2759
3	c	25	Pisoare STAS 2383

Tabelul 3.3.7. Sifoane de pardoseală, din fontă simplă, cu ieșire verticală tip I (STAS 3690).

d [mm]	d ₁ [mm]	D [mm]	d ₂ [mm]	a [mm]	h ₂ [mm]	h [mm]	h ₁ [mm]	g±1,5 [mm]	Masa informativă [kg]
50	56	160	127	50	110	10	55	3	5,50
100	108	245	206	55	116	12	70	3,5	12,50

unitatea de timp, variază în funcție de tipul obiectului sanitar și sunt date în tabelul 3.3.8.

Echivalentul de debit E_s se definește ca raportul între debitul specific q_s și un debit specific $q_{su} = 0,33$ l/s ales convențional ca unitate de măsură:

$$E_s = \frac{q_s}{q_{su}} = \frac{q_s}{0,33} \quad (3.3.6)$$

Debitul de calcul pentru conductele de legătură ale obiectelor sanitare sau punctelor de evacuare la coloane este egal cu debitul specific indicat în tabelul 3.3.8.

Pentru celelalte conducte de canalizare a apelor uzate menajere, debitul de calcul q_c se calculează cu relația generală:

$$q_c = q_{cs} + q_{smax} \quad [l/s] \quad (3.3.7)$$

în care:

- q_{cs} este debitul de calcul corespunzător valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum, ce se evacuează în tronsonul de conductă de canalizare ce se dimensionează [l/s];

- q_{smax} - debitul specific cu valoarea cea mai mare care se evacuează în tronsonul de conductă considerat [l/s].

Debitul de calcul pentru conductele de canalizare a clădirilor de locuit, corespunzător valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale altor puncte

de utilizare a apei, q_{cs} se calculează cu relația:

$$q_{cs} = q_{mz} + y \sqrt{q_{mz}} \quad [l/s] \quad (3.3.8)$$

în care:

- q_{mz} este debitul mediu zilnic de apă care se evacuează în rețeaua de canalizare [l/s];

- y - cunșta distribuției de repartiție normală.

Debitul mediu zilnic de apă, care se evacuează în rețeaua de canalizare, q_{mz} se calculează cu relația:

$$q_{mz} = \frac{\sum n q_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{q_{sz}}{q_{sp}} \quad [l/s] \quad (3.3.9)$$

sau

$$q_{mz} = \frac{\sum n q_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{N_s q_{sz}}{q_{sa}} \quad [l/s] \quad (3.3.10)$$

în care:

- n este numărul obiectelor sanitare sau al punctelor de consum de același fel, prin care apa se evacuează în rețeaua de canalizare;

- q_s - debitul specific de apă al unui obiect sanitar sau al unui punct de consum [l/s], conform datelor din tabelul 3.3.8;

- q_{sz} - necesarul specific de apă pentru 1 persoană, din clădirile de locuit [l/z/pers], conform datelor din STAS 1478;

- q_{sp} - debitul specific de apă care re-

vine pentru 1 persoană, calculat cu relația:

$$q_{sp} = \frac{\sum n q_s}{N} \quad [l/s-pers] \quad (3.3.11)$$

- q_{sa} - debitul specific de apă care revine pentru 1 apartament calculat cu relația:

$$q_{sa} = \frac{\sum n q_s}{N_a} \quad [l/s-ap.] \quad (3.3.12)$$

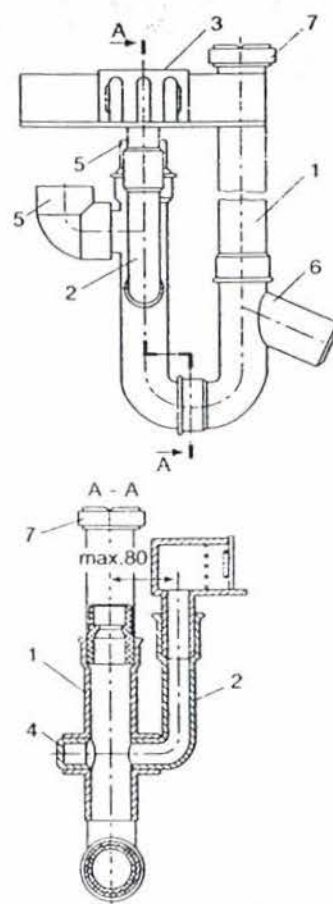


Fig. 3.3.26. Sifoane de plintă din PVC:
1 - corpul sifonului; 2 - piesă de racordare la plintă; 3 - grătar plintă; 4 - dop; 5 - ramură de colectare; 6 - ramură de evacuare la coloana de canalizare; 7 - capac de curățire.

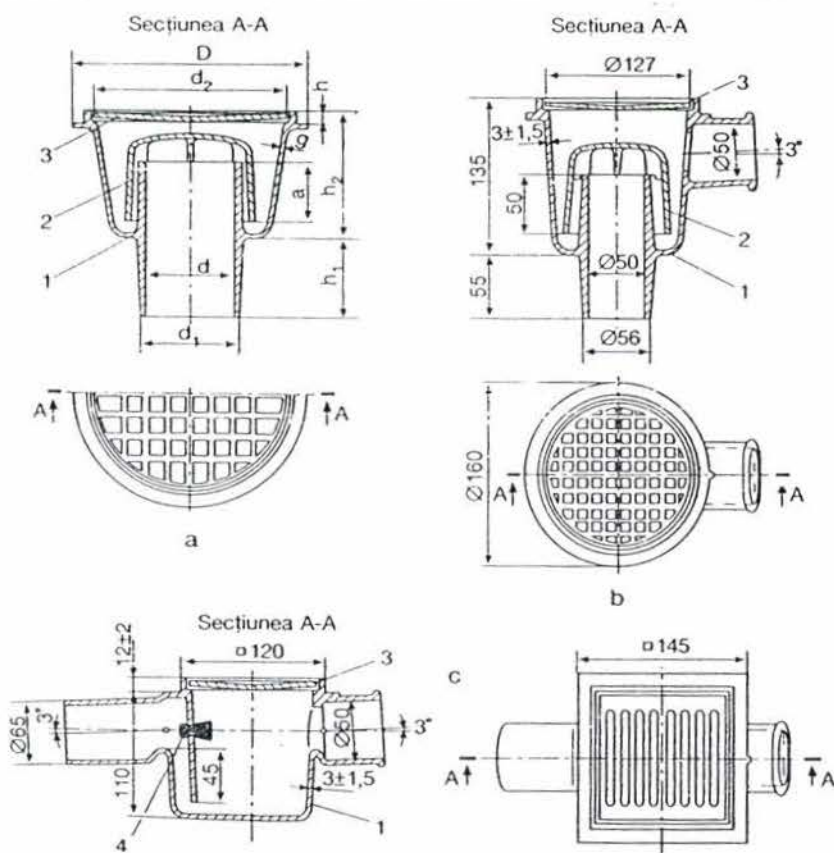


Fig. 3.3.25. Sifoane de pardoseală, din fontă emailată:
a - sifoane simple cu ieșire verticală, tip I; b - sifoane combinate cu ieșire verticală, tip II; c - sifoane combinate cu ieșire laterală, tip III;
1 - corpul sifonului; 2 - clopot; 3 - grătar; 4 - dop din cauciuc.

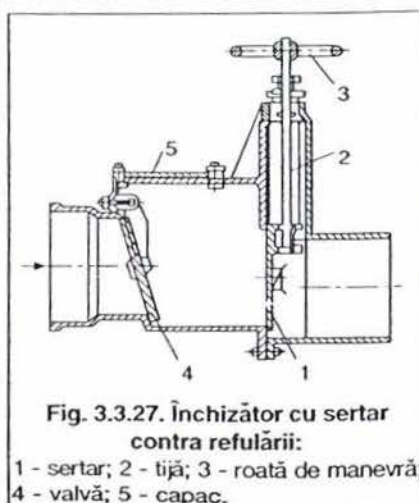


Fig. 3.3.27. Închizător cu sertar
contra refluxii:

1 - sertar; 2 - tijă; 3 - roată de manevră; 4 - valvă; 5 - capac.

- n_{oz} este numărul de h pe zi de utilizare a apei, care pentru clădirile de locuit este de 19 h/zi;

- N_p - numărul mediu de persoane pentru un apartament;

- N - numărul de persoane pentru care s-a calculat $\Sigma n \cdot q_s$.

Cuantila distribuției de repartiție normală are valori în funcție de gradul de asigurare a evacuării apelor uzate astfel încât să nu apară pericolul de refulare la obiectele sanitare sau sifoanele de pardoseală situate la nivelurile inferioare ale clădirii, astfel:

- pentru clădiri de locuit prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată central sau cu încălzitoare instantanee cu gaz sau electrice, se aplică un grad de asigurare de 999 %, căruia îi corespunde $y = 3,09$.

- pentru clădiri de locuit prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă preparată cu încălzitoare locale cu combustibil solid sau lichid, se aplică un grad de asigurare de 998 %, căruia îi corespunde $y = 2,88$.

Pentru clădirile de locuit, la un necesar specific de apă de 280 l/s pers. un număr mediu de 3 pers./ap. la un debit specific de scurgere de 2,31 l/s,ap. și la o durată de utilizare a apei de 19 h/zi, în locul relației 3.3.7 se poate aplica relația:

$$q_{cs} = 0,132\sqrt{E} + 0,0018E \text{ [l/s]} \quad (3.3.13)$$

în care E este suma echivalenților de debit pentru scurgere, conform datelor din tabelul 3.3.8.

Debitele de calcul pentru curgere în rețeaua de canalizare, la clădirile de locuit, în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament, suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalenților de debit, sunt date în tabelul 3.3.9, anexa 3.3.1.

Debitele de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare ale diferitelor categorii de clădiri, corespunzătoare valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale altor puncte de utilizare a apei, q_{cs} se calculează cu relațiile din tabelul 3.3.10a.

Pentru aceste categorii de clădiri, la valori ale lui $\Sigma n \cdot q_s$ sau ale lui E mai mici decât cele indicate în tabelul 3.3.10a, pentru domeniul de aplicare a relației de calcul, se aplică relația: $q_{cs} = \Sigma n \cdot q_s$ sau $q_{cs} = 0,33E$.

Valorile debitului de calcul q_{cs} , pentru suma debitelor specifice de ape uzate menajere $\Sigma n \cdot q_s = 0,1 \dots 4950$ l/s sau pentru suma echivalenților de debit $E = 0,3 \dots 15000$, pentru diferite categorii de clădiri, sunt date în tabelul 3.3.10b.

3.3.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate menajere

• Calculul hidraulic al conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane.

Aceste conducte sunt cele mai expuse înfundării datorită impurităților din apa uzată. Din această cauză, diametrele și pantele minime de montare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane, sunt stabilite prin cercetări experimentale și au valorile redată în tabelul 3.3.8. Pantele minime de montare trebuie să asigure viteza minimă de autocurățire a conductei. Aplicând pentru coeficientul de rezistență hidraulică (Chézy) relația:

$$C = \frac{1}{k} \cdot R^x \quad (3.3.14)$$

unde:

$$y = 2,5\sqrt{k} - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{k} - 0,1) - 0,13 \quad (3.3.15)$$

în care k este coeficientul de rugozitate al suprafeței interioare a peretelui conductei și R , raza hidraulică; se poate verifica viteza minimă de autocurățire a conductei, calculată cu relația 3.3.3 și cu datele din tabelul 3.3.8. O creștere a coeficientului de rugozitate k cu numai 0,001 determină mărirea pantei conductei cu 20 %.

Tabelul 3.3.8. Debitele specifice de curgere pentru ape uzate menajere de la diferite obiecte sanitare sau puncte de consum q_s , echivalentul lor de debit E_s , diametrele și pantele de montare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane (STAS 1795)

Nr. crt.	Denumirea obiectelor sanitare	Debit specific de curgere q_s [l/s]	Echivalentul de debit pentru curgere E_s	Diametrul nominal al conductei de legătură D_n [mm]	Panta de montare a conductei de legătură	
					normală	minimă
1.	Chiuvetă	0,33	1,00	50	0,035	0,025
2.	Lavuar	0,17	0,50	30	0,035	0,025
3.	Pisoar cu spălare permanentă	0,05	0,15	30	0,035	0,025
4.	Pisoar cu spălare intermitentă	1,15	3,50	50	0,025	0,020
5.	Bideu	0,17	0,50	30	0,035	0,025
6.	Baie pentru picioare	0,33	1,00	30	0,035	0,025
7.	Albie de rufe	0,66	2,00	50	0,035	0,025
8.	Cloșet cu rezervor montat la înălțime	1,15	3,50	100	0,020	0,012
9.	Cloșet cu rezervor montat pe vas și la înălțime	2,00	6,00	100	0,020	0,012
10.	Cadă de baie	0,56	2,00	40	0,035	0,025
11.	Cadă de baie pentru copii	0,33	1,00	40	0,035	0,025
12.	Spălător simplu de vase	0,33	1,00	50	0,035	0,025
13.	Spălător dublu de vase	0,50	1,50	50	0,035	0,025
14.	Fântână pentru băut apă	0,08	0,25	30	0,035	0,025
15.	Spălător circular (pentru 1 loc)	0,17	0,50	50	0,035	0,025
16.	Sucipătoare cu spălare	0,17	0,50	40	0,030	0,020
17.	Sifon de pardoseală la:					
	- cazan de fierț rufe	0,66	2,00	75	0,035	0,025
	- duș sau cadă de duș	0,33	1,00	50	0,035	0,025
	- marmită	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de spălat farfurii	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de curățat zarzavat	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de spălat rufe pentru spălătorii industriale	3,00	9,00	100	0,035	0,025
18.	Mașină de spălat rufe	0,50	1,50	75	0,035	0,025
19.	Mașină de spălat vase	0,66	2,00	100	0,035	0,025

• **Calculul hidraulic al coloanelor de canalizare a apelor uzate menajere.** Diametrele coloanelor se determină din condiții constructive și hidraulice.

Condiția constructivă permite alegerea preliminară a diametrului coloanei care trebuie să fie cel puțin egal cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură la obiectele sanitare sau grupuri de obiecte sanitare.

Condiția hidraulică este ca debitul de calcul al coloanei să fie mai mic, cel mult egal cu debitul maxim (capacitatea maximă de evacuare a coloanei) indicat în tabelul 3.3.11. Dacă această condiție nu este îndeplinită, diametrul preliminar al coloanei se alege cu o dimensiune mai mare astfel încât condiția hidraulică să fie îndeplinită.

La debite mici de ape uzate ($Q = 0,05 \dots 0,3$ l/s) evacuate din obiectele sanitare, prin conductele de legătură, în coloane, apa curge gravitațional, în peliculă, pe întreaga înălțime H a coloanei iar gazele nocive degajate din apa uzată sunt evacuate din coloană în atmosferă prin conducta principală de ventilație naturală datorită presiunii gravitaționale (tirajului): $p = H(\gamma_{ae} - \gamma_g)$, în care γ_{ae} și γ_g reprezintă greutatea specifică a aerului exterior, respectiv a gazelor nocive evacuate din coloană.

În funcție de mărimea debitului Q de apă uzată evacuată în coloană prin conducta de legătură de diametru d , de unghiul α de racordare a acesteia la

coloană, de diametrul D și de înălțimea H ale coloanei, în punctul de intrare în coloană apa poate ocupa întreaga secțiune A-A a coloanei (fig. 3.3.28), formându-se un „piston hidraulic”.

În curgerea gravitațională a apei, amestecul gaze nocive - aer din fața „pistonului hidraulic” (în secțiunea B-B) este comprimat; presiunea p a amestecului gaze-aer este mai mare decât presiunea atmosferei p_{at} ($p > p_{at}$), iar în spatele „pistonului hidraulic” se produce o depresiune ($p < p_{at}$) și are loc un proces de eiecție a aerului aspirat prin porțiunea de tiraj a coloanei. Dacă debitul de aer pătruns în coloană este egal cu capacitatea de eiecție a apei uzate, atunci presiunea p în coloană este egală cu presiunea atmosferică; dacă acest debit de aer este mai mic decât capacitatea de eiecție a apei uzate, atunci în coloană apare o depresiune Δp putând avea ca efect aspirația gărzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare.

Experimental s-a constatat că, de la o anumită înălțime critică H_{cr} (fig. 3.3.28), măsurată de la punctul de intrare a apei în coloană și anume $H_{cr} = 90D$, se stabilizează o curgere peliculară.

Pentru coloanele de canalizare prevăzute cu conducte principale de ventilație, cercetările experimentale au dovedit că prin micșorarea unghiului de racordare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane, de exemplu, de la $\alpha = 90^\circ$ la $\alpha = 45^\circ$, capacitatea de evacuare

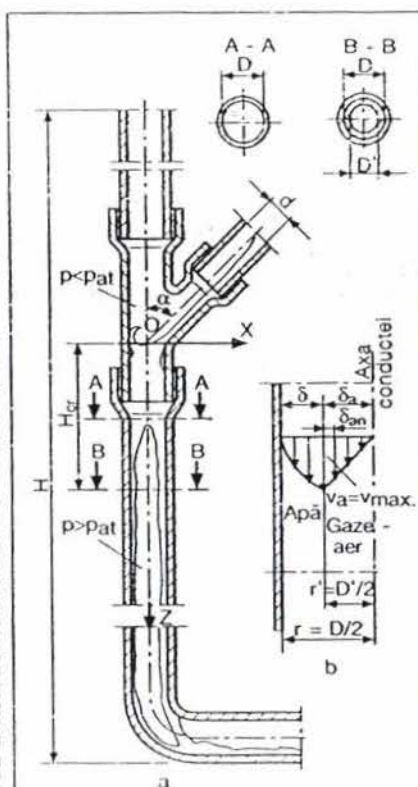


Fig. 3.3.28. Schemă de calcul pentru curgerea apei uzate în coloana de canalizare: a - secțiuni prin coloană și date de calcul; b - distribuția vitezelor apei în curgere peliculară a amestecului gaze - aer.

Tabelul 3.3.10a. Relațiile pentru debitele de calcul al conductelor de canalizare a apelor uzate menajere la diferite categorii de clădiri.

Nr crt	Destinația clădirii	Relațiile de calcul al debitelor		Domeniul de aplicare a relației de calcul	
		cu Σnq_s	cu E	cu Σnq_s	cu E
1.	Cămine pentru copii, creșe	$q_{cs} = 0,31\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,18\sqrt{E}$	$\geq 0,10$	$\geq 0,3$
2.	Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici	$q_{cs} = 0,38\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,22\sqrt{E}$	$\geq 0,13$	$\geq 0,4$
3.	Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare pe lângă hale și ateliere, hoteluri cu încăperi de baie aferente camerelor de locuit	$q_{cs} = 0,40\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,23\sqrt{E}$	$\geq 0,13$	$\geq 0,4$
4.	Școli, instituții de învățământ	$q_{cs} = 0,49\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,28\sqrt{E}$	$\geq 0,23$	$\geq 0,7$
5.	Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$q_{cs} = 0,54\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,31\sqrt{E}$	$\geq 0,30$	$\geq 0,9$
6.	Hoteluri cu grupuri sanitare comune	$q_{cs} = 0,66\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,38\sqrt{E}$	$\geq 0,43$	$\geq 1,3$
7.	Cămine, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane și cazărmi	$q_{cs} = 0,8\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = 0,46\sqrt{E}$	$\geq 0,63$	$\geq 1,9$
8.	Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție	$q_{cs} = 1,74\sqrt{\Sigma nq_s}$	$q_{cs} = \sqrt{E}$	$\geq 3,00$	$\geq 9,0$

Tabelul 3.3.10b. Debitul de calcul pentru apa de curgere în rețeaua de canalizare la clădirile administrative și social - culturale, în funcție de: suma debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalenților de debite:

Σnq_s	E	q_{cs} l/s pentru:							
		$q_{cs} = 0,31 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,18 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,38 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,22 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,40 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,23 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,49 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,28 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,54 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,31 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,66 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,38 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 0,80 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau $q_{cs} = 0,46 \sqrt{E}$	$q_{cs} = 1,74 \sqrt{\Sigma nq_s}$ sau
0,10	0,3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,13	0,4	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
0,16	0,5	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
0,20	0,6	0,14	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,23	0,7	0,15	0,18	0,19	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
0,30	0,9	0,17	0,21	0,22	0,27	0,30	0,30	0,30	0,30
0,43	1,3	0,20	0,25	0,26	0,32	0,35	0,43	0,43	0,43
0,63	1,9	0,25	0,30	0,32	0,39	0,43	0,52	0,63	0,63
0,99	3,0	0,31	0,38	0,40	0,49	0,54	0,66	0,79	0,99
1,65	5,0	0,39	0,49	0,51	0,63	0,69	0,85	1,03	1,65
2,31	7,0	0,47	0,58	0,61	0,74	0,82	1,00	1,21	2,31
2,97	9,0	0,53	0,65	0,69	0,84	0,93	1,14	1,38	2,97
4,95	15	0,69	0,84	0,89	1,09	1,20	1,47	1,78	3,87
6,60	20	0,80	0,98	1,03	1,26	1,39	1,69	2,05	4,47
9,90	30	0,97	1,19	1,26	1,54	1,70	2,08	2,52	5,48
13,2	40	1,13	1,38	1,45	1,78	1,96	2,40	2,91	6,32
16,5	50	1,26	1,54	1,62	1,99	2,19	2,68	3,25	7,07
23,1	70	1,49	1,83	1,92	2,35	2,59	3,17	3,84	8,37
33,0	100	1,78	2,18	2,30	2,81	3,10	3,79	4,59	10,00
49,5	150	2,18	2,67	2,81	3,45	3,80	4,64	5,63	12,24
66	200	2,52	3,09	3,25	3,98	4,38	5,36	6,50	14,14
99	300	3,08	3,78	3,98	4,87	5,37	6,57	7,96	17,32
132	400	3,56	4,37	4,59	5,63	6,25	7,58	9,19	20,00
165	500	3,98	4,88	5,14	6,29	6,94	8,48	10,28	22,36
196	600	4,36	5,35	5,63	6,89	7,60	9,29	11,26	24,49
231	700	4,71	5,77	6,08	7,45	8,21	10,03	12,16	26,46
264	800	5,09	6,22	6,50	7,91	8,77	10,74	13,01	28,28
297	900	5,34	6,55	6,89	8,44	9,31	11,37	13,79	29,98
330	1000	5,63	6,90	7,27	8,90	9,80	11,99	14,53	31,61
660	2000	7,96	9,76	10,28	12,59	13,87	16,96	20,55	44,70
990	3000	9,75	11,96	12,58	15,42	16,99	20,77	25,17	54,75
1320	4000	11,26	13,81	14,53	17,80	19,62	23,98	29,06	63,22
1650	5000	12,59	15,43	16,25	19,90	21,93	26,81	32,50	70,68
2310	7000	14,90	18,26	19,22	23,55	25,95	31,72	38,45	83,63
3310	10000	17,81	21,82	22,98	28,15	31,02	37,91	45,96	99,96
4950	15000	21,81	26,73	28,14	34,47	37,99	46,43	56,28	122,41

Notă: Valorile de deasupra barelor orizontale sunt calculate cu relațiile: $q_{cs} = \Sigma nq_s$, respectiv $q_{cs} = 0,33 E$.

coloanei crește de 1,7 ori, ceea ce se aplică prin faptul că se micșorează aria a secțiunii vii a amestecului gaze nocive în secțiunea comprimată și, ca urmare, se diminuează depresiunea Δp . De asemenea, prin micșorarea diametrelor conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloană, de exemplu, de la $d = 100$ la $d = 40$ mm, capacitatea de evacuare a coloanelor crește cu 20...25 %. Pe baza datelor experimentale, s-a stabilit următoarea relație pentru depresiunea, Δp , din coloanele prevăzute cu conductă principală de ventilație naturală (3.3.29) pentru $H_{\alpha} \leq 90D$:

$$\Delta p = \frac{3590 \left[\frac{Q}{(1 + \cos \alpha) D^2} \right]^{16/77}}{\left(\frac{D}{d} \right)^{0,71} \sqrt{\frac{90D}{H}}} \quad [\text{Pa}] \quad (3.3.16)$$

Pentru $H_{\alpha} > 90D$ se aplică relația:

$$\Delta p = \frac{3590 \left[\frac{Q}{(1 + \cos \alpha) D^2} \right]^{16/77}}{\left(\frac{D}{d} \right)^{0,71}} \quad [\text{Pa}] \quad (3.3.17)$$

În cazul $\alpha = 90^\circ$ și $D = d$, relația (3.3.17) vine:

$$\Delta p = 3590 \left(\frac{Q}{D^2} \right)^{16/77} \quad [\text{Pa}] \quad (3.3.18)$$

În tabelul 3.3.12 sunt redate, după datele experimentale, valorile debitelor critice q_{cr} ale apei evacuate prin coloane de canalizare a apelor uzate menajere, determinate experimental în următoarele condiții:

- înălțimea gârzii hidraulice a sifoanelor-obiectelor sanitare este $h_s = 60$ mm; - dacă $h_s = 50$ mm valorile din tabelul 3.3.12 se reduc cu 20 %, iar dacă $h_s = 70$ mm, măjorează cu 20 %;

- s-a considerat $D > d$, iar D constant pe întreaga înălțime a coloanei.

Debitele maxime q_{max} efective evacuate prin coloane se consideră: $q_{max} = 0,9 q_{cr}$. Valorile debitelor maxime evacuate prin coloane, rezultate din tabelul 3.3.12 generalizează valorile similare din tabelul 3.3.11 (după STAS 1795).

• **Calculul hidraulic al conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere**

Diametrele conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere se dimensionează din condiții constructive și hidraulice.

Condițiile constructive permit alegerea preliminară a diametrelor conductelor colectoare și anume, aceste diametre trebuie să fie cel puțin egale cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane (tab. 3.3.8) și, respectiv, cu diametrul coloanei racordate la conducta orizontală de canalizare care se dimensionează.

Condiția hidraulică constă în verificarea vitezei reale v_r [m/s], de curgere a apei cu nivel liber prin conducta orizontală de diametru preliminar ales, care trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu viteza minimă v_{min} , de autocurățire a conductei și mai mică sau cel mult egală cu viteza maximă admisă v_{max} :

$$v_{min} \leq v_r \leq v_{max} \quad (3.3.19)$$

Viteza minimă admisă a apei în conductele orizontale de canalizare este de: 0,7 m/s pentru conducte închise; 0,5 m/s pentru canale deschise și rigole (curățirea putându-se face mai ușor în

cazul formării unor depuneri). Viteza maximă admisă în conducte orizontale de

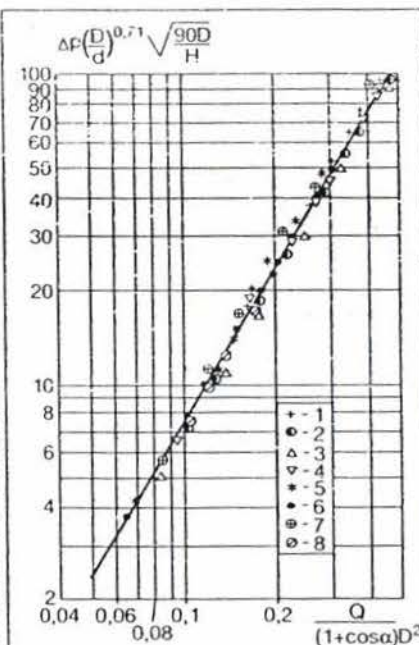


Fig. 3.3.29. Variația depresiunii în coloană, în funcție de debitul de apă uzată și de parametrii sistemului de canalizare:

- 1 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 90^\circ$, $H = 4,5$ m;
- 2 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 90^\circ$, $H = 2,35$ m;
- 3 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 45^\circ$, $H = 2,35$ m;
- 4 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 45^\circ$, $H = 4,5$ m;
- 5 - $D = d = 100$ mm; $\alpha = 90^\circ$, $H = 4,5$ m;
- 6 - $D = 100$ mm; $d = 45$ mm; $\alpha = 90^\circ$, $H = 4,5$ m;
- 7 - $D = d = 100$ mm; $\alpha = 45^\circ$, $H = 4,5$ m;
- 8 - $D = 100$ mm; $d = 45$ mm; $\alpha = 45^\circ$, $H = 4,5$ m.

Tabelul 3.3.11. Debitele maxime de ape uzate menajere și tehnologice cu suspensii care pot fi evacuate prin coloane (STAS 1795)

Diametrul interior [mm]	50	75	100	125	150	200
Debitul maxim [l/s]	1,12	2,5	4,55	6,5	9,75	12,5

Tabelul 3.3.12. Valorile debitelor critice la curgerea apei uzate menajere prin coloane de canalizare

Diametrul conductei de legătură de la obiectele sanitare la coloana d [mm]	Unghiul α de racordare al conductei de legătură la coloane $[\circ]$	Debitul critic de apă uzată menajeră [l/s] în coloane cu diametrul D [mm] de:					
		40	50	75	100	125	150
		0,72	0,94	3,36	5,0	8,56	13,40
40	90	0,72	0,94	3,36	5,0	8,56	13,40
	60	1,10	1,39	5,0	7,45	12,85	19,90
	45	1,30	1,60	5,70	8,56	14,60	22,90
50	90	-	0,88	3,22	4,80	8,15	12,70
	60	-	1,35	4,80	7,10	12,20	18,90
	45	-	1,55	5,48	8,20	13,90	21,70
75	90	-	-	2,56	3,80	6,50	10,20
	60	-	-	3,92	5,70	9,80	15,30
	45	-	-	4,63	6,50	11,0	17,40
100	90	-	-	-	3,54	6,12	9,45
	60	-	-	-	5,41	9,18	14,25
	45	-	-	-	6,10	10,40	16,10
125	90	-	-	-	-	5,54	8,70
	60	-	-	-	-	8,47	13,10
	45	-	-	-	-	10,0	14,90
150	90	-	-	-	-	-	8,00
	60	-	-	-	-	-	12,20
	45	-	-	-	-	-	14,00

canalizare este de : 4 m/s pentru conducte metalice, din polietilenă, polipropilenă, PVC, ceramice și din beton armat și de 3 m/s pentru conducte din beton simplu și azbociment.

Calculul hidraulic de verificare a vitezei reale v_r se efectuează cunoscând debitul de calcul q_c (determinat conform § 3.3.3.1) gradul de umplere u și panta de montare i a conductei.

Gradul de umplere u , maxim admis în funcție de natura apei uzate și de diametrul conductei orizontale de canalizare, este indicat în tabelul 3.3.13.

Pantele de montare a conductelor sunt necesare pentru asigurarea regimului de curgere cu nivel liber. Pentru realizarea vitezelor minime de autocurățire este necesară montarea conductelor de canalizare cu o pantă minimă, iar din motive de siguranță în funcționare, se recomandă prevederea, ori de câte ori este posibil, a unor pante mai mari decât pantele minime, numite pante normale, la care se realizează viteze de curgere mai mari decât vitezele minime de autocurățire și mai mici decât vitezele maxime admise. Pantele normale și minime de montare, în funcție de natura apei și diametrul conductei, sunt indicate în tabelul 3.3.14.

Dimensionarea unei conducte orizontale de canalizare este corect făcută, atunci când, prevăzând o pantă de montare indicată în tabelul 3.3.14, se asigură un grad de umplere mai mic decât gradul de umplere maxim admis (tab. 3.3.13) și se realizează o viteză reală de curgere a apei uzate, în limitele admise conform relației (3.3.19).

Pentru calculul hidraulic de dimensionare a conductelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere, se aplică relațiile:

$$v = C \sqrt{Ri} \quad [\text{m/s}] \quad (3.3.20)$$

$$q = Av \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.3.21)$$

în care:

- $q = q_c$ - debitul de ape uzate menajere, egal cu debitul de calcul;

- A - aria secțiunii transversale a curentului de apă; pentru o conductă de sec-

țiune circulară cu diametrul d , rezultă (fig. 3.3.4):

$$A = \frac{r^2(\alpha - \sin \alpha)}{2} \quad [\text{m}^2] \quad (3.3.22)$$

- α - unghiul la centru (fig. 3.3.4), măsurat în radiani;

- $r = d/2$ - raza conductei;

- v - viteza medie de curgere a apei;

- $R = A/p$ - raza hidraulică egală cu raportul între aria secțiunii curentului de apă A și perimetrul udat p , unde $p = r\alpha$. Pentru conducte cu secțiunea circulară de diametru d , la curgerea cu secțiune plină a conductei:

$$R = \frac{\pi d^2}{\pi d} = \frac{d}{4} \quad [\text{m}] \quad (3.3.23)$$

iar la curgerea cu secțiune parțială umplută:

$$R = \frac{d(\alpha - \sin \alpha)}{4\alpha} \quad [\text{m}] \quad (3.3.24)$$

- i - panta hidraulică, numeric egală cu panta geometrică de montare a conductei;

- C = coeficient de rezistență hidraulică (Chézy):

$$C = \frac{70\sqrt{R}}{k + \sqrt{R}} \quad \text{sau} \quad C = \frac{1}{k} R^{0.66}$$

- k - coeficient de rugozitate: pentru tuburi din fontă, azbociment, $k = 0,10$; pentru tuburi din beton, $k = 0,12$; pentru tuburi din polipropilenă, polietilenă și PVC, $k = 0,007$.

Introducând relația 3.3.24 în relațiile 3.3.20 și 3.2.21 se obține:

$$v = C \sqrt{\frac{(\alpha - \sin \alpha) d^5}{4\alpha}} \quad [\text{m/s}] \quad (3.3.25)$$

$$q = C \sqrt{\frac{(\alpha - \sin \alpha)^3 d^5}{256\alpha}} \quad [\text{l/s}] \quad (3.3.26)$$

Între unghiul α (fig. 3.3.4) și gradul de umplere u , se poate stabili relația:

$$r - h = r \cos \frac{\alpha}{2} \quad (3.3.27)$$

în care, înlocuind $r = d/2$ și efectuând calculele se obține:

$$u = \sin^2 \frac{\alpha}{4} \quad (3.3.28)$$

astfel că, viteza v și debitul q pot fi exprimate și ca funcții de gradul de umplere, u dacă se înlocuiește α din relația 3.3.28 în relațiile 3.3.25 și 3.3.26.

Debitele q [l/s] și vitezele respective v [m/s], la curgerea cu secțiune plină în conducte din fontă, azbociment, oțel și gresie, pentru diverse diametre interioare și pante, au valorile redată în tabelul 3.3.15, iar pentru conducte din policlorură de vinil neplastifiată, polipropilenă și polietilenă, în tabelul 3.3.16.

Analizând variațiile funcțiilor $v = v(\alpha)$ și $q = q(\alpha)$ date prin relațiile 3.3.25 și 3.3.26 se constată că sunt îndeplinite condițiile necesare și suficiente de maximum:

$$\frac{\delta v}{\delta \alpha} = 0; \quad \frac{\delta^2 v}{\delta \alpha^2} < 0 \quad (3.3.29)$$

$$\frac{\delta q}{\delta \alpha} = 0; \quad \frac{\delta^2 q}{\delta \alpha^2} < 0 \quad (3.3.30)$$

Viteza medie, v , atinge valoarea maximă pentru $\alpha = 257^\circ 30'$.

Corespunzător acestei valori, gradul de

Tabelul 3.3.13. Gradul de umplere u , maxim admis în funcție de natura apei uzate și de diametrul conductei (STAS 1795)

Natura apei uzate	Gradul de umplere u pentru diametrul nominal al conductei D_n [mm]			
	100	125	150;200	>200
Apă uzată menajeră și industrială, cu suspensii mai mari de 5 mm	0,65	0,65	0,65	0,70
Apă uzată industrială cu suspensii mai mici de 5 mm	0,70	0,70	0,80	0,80
Apă meteorică și apă uzată industrială convențional curată	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabelul 3.3.14. Pantele normale și minime de montare în funcție de natura apei uzate și diametrul conductei (STAS 1795)

Diametrul nominal al conductei D_n [mm]	Apă uzată menajeră		Apă uzată industrială						Apă meteorică	
			cu suspensii peste 5 mm		cu suspensii până la 5 mm		convențional curată			
	pante		pante		pante		pante		pante	
	normale	minime	normale	minime	normale	minime	normale	minime	normale	minime
50	0,0350	0,0250	0,0600	0,0500	0,0350	0,0300	0,0250	0,0200	-	-
75	0,0250	0,0150	0,0500	0,0400	0,0250	0,0200	0,0200	0,0150	0,0250	0,0200
100	0,0200	0,0120	0,0400	0,0300	0,0150	0,0120	0,0120	0,0080	0,0200	0,0150
125	0,0150	0,0100	0,0300	0,0200	0,0120	0,0100	0,0080	0,0060	0,0100	0,0080
150	0,0100	0,0080	0,0200	0,0150	0,0080	0,0070	0,0060	0,0055	0,0070	0,0060
200	0,0080	0,0070	0,0100	0,0080	0,0070	0,0060	0,0055	0,0050	0,0060	0,0050
250	0,0070	0,0065	0,0090	0,0070	0,0065	0,0055	0,0050	0,0045	0,0055	0,0045
300	0,0065	0,0060	0,0080	0,0060	0,0060	0,0050	0,0045	0,0040	0,0050	0,0040
350	0,0060	0,0055	0,0070	0,0055	0,0050	0,0045	0,0040	0,0035	0,0045	0,0035
400	0,0055	0,0050	0,0065	0,0050	0,0045	0,0040	0,0035	0,0030	0,0040	0,0030

umplere este:

$$u_{\text{max}} = \frac{h}{d} = 0,81 \quad (3.3.31)$$

Prin urmare, la curgerea uniformă a apei cu nivel liber prin conducte circulare, viteza maximă nu se realizează la secțiunea plină a conductei, ci atunci când între nivelul liber al apei și bolta conductei (sau canalului), rămâne un spațiu liber de $0,19d$ ceea ce convine situațiilor de funcționare a conductelor de canalizare, ținând seama de necesitatea evacuării gazelor nocive din apa uzată în timpul curgerii și deci aerisirii conductei.

Se notează cu z raportul între viteza medie v și viteza la curgerea cu secțiune plină a conductei v_{sp} :

$$z = \frac{v}{v_{sp}} \quad (3.3.32)$$

Raportul z_{max} între viteza maximă v_{max} și viteza la secțiunea plină a conductei are valoarea:

$$z_{\text{max}} = \frac{v_{\text{max}}}{v_{sp}} = 1,16 \quad (3.3.33)$$

deci:

$$v_{\text{max}} = 1,16 v_{sp} \quad (3.3.34)$$

adică viteza maximă este cu 16 % mai mare decât viteza la curgerea cu secțiunea

plină a conductei.

Debitul volumic de apă, dat de relația 3.3.26, admite, de asemenea, o valoare maximă pentru un unghi $\alpha = 308^\circ$, valoare la care gradul de umplere dat de relația 3.3.28 este:

$$u_{\text{max}} = \frac{h}{d} = 0,95 \quad (3.3.35)$$

relație care arată că debitul maxim nu se obține la curgerea cu secțiune plină a conductei, ci la un grad de umplere $u = 0,95 < 1,00$.

Se notează cu x raportul între debitul volumic q și debitul la curgerea cu secțiune plină a conductei q_{sp} :

$$x = \frac{q}{q_{sp}} \quad (3.3.36)$$

Valoarea maximă a acestui raport este:

$$x_{\text{max}} = \frac{q_{\text{max}}}{q_{sp}} = 1,125 \quad (3.3.37)$$

de unde:

$$q_{\text{max}} = 1,125 q_{sp} \quad [\text{l/s}] \quad (3.3.38)$$

Cu valorile determinate mai sus s-a construit diagrama din figura 3.3.30 pentru calculul conductelor de secțiune circulară, având pe ordonată gradul de umplere $u = h/d$ și pe abscisă rapoartele x și z care sunt mărimi adimensionale.

Gradul de umplere u , unghiul la cen-

tru corespunzător gradului de umplere α , raportul între viteza medie de curgere corespunzătoare gradului de umplere dat și viteza de curgere la secțiune plină z , precum și raportul dintre debitul de calcul și debitul de curgere la secțiune plină x , au valorile redată în tabelul 3.3.17.

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere este următoarea:

- se întocmește schema de calcul a rețelei de canalizare pe baza reprezentărilor din planurile clădirii și schema coloanelor; pe schema de calcul se notează tipurile obiectelor sanitare și se numerotează coloanele și tronsoanele de conducte care se dimensionează începând de la punctele de colectare spre punctul de evacuare a apelor uzate din rețea;

- se alege preliminar, din condiția constructivă, diametrul primului tronson al conductei orizontale de canalizare;

- din tabelul 3.3.14 se alege panta de montare în funcție de diametrul preliminar ales și ținând seama de condițiile constructive ale clădirii;

- se determină debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă orizon-

Tabelul 3.3.15. Debitul de curgere q , [l/s] prin conducte din fontă, azbociment, oțel și gresie, precum și vitezele v , [m/s] respective pentru diverse diametre interioare și pante, la secțiune plină (STAS 1795)

Panta	Diametrul nominal al conductei D_n [mm]											
	50		75		100		125		150		200	
	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q
0,004											0,66	20,84
0,005									0,61	10,80	0,74	23,10
0,006							0,59	7,45	0,67	11,85	0,81	25,00
0,007							0,64	8,05	0,72	12,80	0,88	27,60
0,008					0,59	4,70	0,68	8,35	0,77	13,65	0,94	29,20
0,009					0,63	5,00	0,72	8,85	0,82	14,45	1,00	31,20
0,010					0,66	5,25	0,76	9,35	0,86	15,25	1,05	32,80
0,012					0,72	5,80	0,83	10,25	0,95	16,80	1,15	36,10
0,015			0,66	2,60	0,81	6,45	0,93	11,45	1,05	18,70	1,29	40,20
0,020	0,59	1,16	0,77	3,00	0,93	7,45	1,08	13,60	1,22	21,60	1,48	44,60
0,025	0,66	1,30	0,85	3,42	1,04	8,30	1,21	14,85	1,36	24,00	1,66	52,00
0,030	0,72	1,42	0,94	3,70	1,14	9,10	1,32	16,20	1,49	26,50	1,82	57,00
0,035	0,78	1,52	1,02	3,90	1,23	9,85	1,42	17,50	1,61	28,50	1,99	61,60
0,040	0,83	1,62	1,09	4,20	1,32	10,50	1,52	18,70	1,72	30,50	2,10	65,60
0,050	0,93	1,82	1,23	4,60	1,48	11,75	1,71	21,00	1,93	34,20	2,34	73,60
0,060	1,02	2,00	1,33	5,20	1,62	12,90	1,86	22,90	2,10	37,40	2,58	80,40
0,080	1,18	2,32	1,54	6,20	1,87	14,90	2,16	27,20	2,44	43,20	2,96	92,80
0,100	1,32	2,58	1,72	6,70	2,09	16,65	2,42	29,80	2,72	48,60	3,32	104,20
Panta	Diametrul nominal al conductei D_n [mm]											
	250		300		350		400		450		500	
	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q
0,005	0,89	45,00	0,94	70,00	1,09	105,30	1,19	149,00	1,18	204,00	1,30	267,00
0,006	0,98	49,00	1,06	76,40	1,19	115,00	1,30	163,00	1,34	223,00	1,48	287,00
0,007	1,06	50,30	1,18	82,00	1,20	124,70	1,41	177,00	1,51	241,00	1,61	306,00
0,008	1,13	55,60	1,26	85,70	1,38	133,20	1,50	189,00	1,67	257,00	1,72	338,00
0,009	1,20	60,00	1,33	88,55	1,46	141,00	1,59	200,00	1,74	270,00	1,82	368,00
0,010	1,27	63,30	1,40	99,00	1,55	149,00	1,68	211,00	1,81	288,00	1,93	398,00
0,012	1,40	70,00	1,52	108,00	1,65	162,00	1,82	230,00	1,93	313,00	2,10	425,00
0,015	1,60	80,00	1,71	120,80	1,80	181,80	2,05	257,00	2,21	351,00	2,35	461,00
0,020	1,80	90,00	1,80	139,60	2,18	210,00	2,37	298,00	2,55	406,00	2,72	553,00
0,030	2,20	110,00	2,43	171,30	2,68	257,80	2,91	365,00	3,13	498,00	3,33	654,60
0,050	2,80	140,00	3,14	221,80	3,47	338,80	3,77	473,00	4,00	645,00	-	-

- h_{ra} - pierderile totale de sarcină (liniare și locale) ale aerului ce pătrunde în coloană [Pa];

- h_s - înălțimea gârzii hidraulice (stratului de apă) din sifoanele obiectelor sanitare (mm se transformă Pa).

Pierderea de sarcină liniară a aerului în coloană se calculează cu relația:

$$h_{rc} = iH \quad [\text{Pa}] \quad (3.3.41)$$

în care:

- i este pierderea de sarcină liniară specifică (unitară) a aerului [Pa/m];

- H - înălțimea totală a coloanei (inclusiv conducta principală de ventilație na-

turală) [Pa].

Pierderile de sarcină locale se consideră că reprezintă 40...50 % din pierderile de sarcină liniare, astfel că pierderea totală de sarcină va fi: $h_{ra} = (1,4...1,5)iH$. Pe baza cercetărilor experimentale privind determinarea debitului de aer ce pătrunde în coloane, s-a stabilit următoarea relație pentru viteza medie a aerului $\bar{v}_a$:

$$\bar{v}_a = 2,6 \left(\frac{v_{cr} D}{d} \right)^{0,184} \left(\frac{90D}{H} \right) \quad [\text{m/s}] \quad (3.3.42)$$

în care v_{cr} este viteza apei uzate la debitul critic (tab. 3.3.12) ce curge prin coloana de diametru D , H fiind înălțimea coloanei și d diametrul cel mai mare al conductei de legătură de la obiectele sanitare la coloană. Relația 3.3.42 este valabilă pentru $H_{cr} < 90D$; dacă $H_{cr} > 90D$, radicalul de la numitor se consideră egal

Tabelul 3.3.17. Gradul de umplere, u , unghiul la centru corespunzător gradului de umplere, α , raportul între viteza medie de curgere corespunzătoare gradului de umplere dat și viteza de curgere la secțiune plină, z , precum și raportul dintre debitul de calcul și debitul de curgere la secțiune plină, x , (STAS 1975).

$u = \frac{h}{D}$	α		$x = \frac{q}{q_{so}}$	$z = \frac{v}{v_{so}}$	$u = \frac{h}{D}$	α		$x = \frac{q}{q_{so}}$	$z = \frac{v}{v_{so}}$
	radiani	grade				radiani	grade		
0,10	1,29	73°45'	0,026	0,50	0,55	3,34	191°28'	0,60	1,06
0,11	1,35	77°29'	0,031	0,53	0,56	3,38	193°48'	0,62	1,07
0,12	1,41	81°05'	0,037	0,55	0,57	3,42	196°06'	0,64	1,08
0,13	1,47	84°32'	0,043	0,57	0,58	3,46	198°24'	0,66	1,09
0,14	1,53	87°53'	0,050	0,59	0,59	3,50	200°44'	0,68	1,10
0,15	1,59	92°08'	0,057	0,61	0,60	3,54	203°05'	0,69	1,11
0,16	1,65	94°19'	0,065	0,63	0,61	3,58	205°25'	0,71	1,12
0,17	1,70	97°24'	0,073	0,64	0,62	3,62	207°47'	0,73	1,13
0,18	1,75	100°25'	0,08	0,66	0,63	3,66	210°09'	0,75	1,14
0,19	1,80	103°22'	0,09	0,68	0,64	3,70	212°32'	0,77	1,14
0,20	1,85	106°16'	0,10	0,69	0,65	3,74	214°55'	0,79	1,15
0,21	1,90	109°06'	0,11	0,71	0,66	3,80	217°20'	0,81	1,16
0,22	1,95	111°54'	0,12	0,72	0,67	3,84	219°46'	0,83	1,17
0,23	2,00	114°38'	0,13	0,74	0,68	3,88	222°12'	0,85	1,17
0,24	2,05	117°21'	0,14	0,75	0,69	3,92	224°40'	0,87	1,18
0,25	2,09	120°00'	0,15	0,76	0,70	3,96	227°10'	0,88	1,18
0,26	2,14	122°38'	0,16	0,78	0,71	4,00	229°40'	0,90	1,19
0,27	2,18	125°14'	0,17	0,79	0,72	4,06	232°12'	0,92	1,19
0,28	2,23	127°48'	0,18	0,80	0,73	4,10	234°46'	0,94	1,20
0,29	2,27	130°20'	0,20	0,81	0,74	4,14	237°22'	0,95	1,20
0,30	2,32	132°51'	0,21	0,83	0,75	4,18	240°00'	0,97	1,21
0,31	2,36	135°20'	0,22	0,84	0,76	4,24	242°40'	0,99	1,21
0,32	2,40	137°58'	0,23	0,85	0,77	4,28	245°22'	1,00	1,21
0,33	2,45	140°15'	0,25	0,86	0,78	4,32	248°07'	1,02	1,21
0,34	2,49	142°40'	0,26	0,87	0,79	4,38	250°56'	1,03	1,21
0,35	2,53	145°06'	0,27	0,88	0,80	4,42	253°44'	1,04	1,22
0,36	2,57	147°29'	0,29	0,89	0,81	4,48	256°38'	1,06	1,22
0,37	2,61	149°52'	0,30	0,90	0,82	4,52	259°35'	1,07	1,22
0,38	2,66	152°14'	0,32	0,91	0,83	4,58	262°36'	1,08	1,22
0,39	2,70	154°35'	0,33	0,92	0,84	4,64	265°42'	1,09	1,21
0,40	2,74	156°56'	0,34	0,925	0,85	4,70	268°51'	1,10	1,21
0,41	2,78	159°18'	0,36	0,93	0,86	4,74	272°01'	1,11	1,21
0,42	2,82	161°35'	0,37	0,94	0,87	4,80	275°28'	1,115	1,21
0,43	2,86	163°55'	0,39	0,95	0,88	4,86	278°56'	1,12	1,20
0,44	2,90	166°13'	0,41	0,96	0,89	4,92	282°32'	1,13	1,20
0,45	2,94	168°32'	0,42	0,965	0,90	5,00	286°14'	1,132	1,19
0,46	2,98	170°59'	0,44	0,97	0,91	5,06	290°10'	1,135	1,18
0,47	3,02	173°07'	0,45	0,98	0,92	5,14	294°18'	1,135	1,18
0,48	3,06	175°50'	0,47	0,99	0,93	5,22	298°38'	1,132	1,17
0,49	3,10	177°43'	0,48	0,995	0,94	5,30	303°16'	1,13	1,16
0,50	3,14	180°00'	0,50	1,00	0,95	5,38	308°20'	1,125	1,14
0,51	3,18	182°16'	0,52	1,01	0,96	5,48	313°53'	1,12	1,13
0,52	3,22	184°36'	0,54	1,02	0,97	5,58	320°07'	1,10	1,11
0,53	3,26	186°52'	0,56	1,04	0,98	5,72	327°39'	1,09	1,09
0,54	3,30	189°10'	0,58	1,05	0,99	5,88	337°03'	1,06	1,07
					1,00	6,28	360°00'	1,00	1,00

cu unitatea, iar dacă $H_{cr} > 90D$ și $D = d$ relația 3.3.42 devine:

$$\bar{v}_a = 2,6 v_{cr}^{0,184} \quad [\text{m/s}] \quad (3.3.43)$$

Pe baza datelor experimentale, s-a întocmit tabelul 3.3.18 care cuprinde parametrii de bază pentru calculul hidraulic de verificare a coloanelor principale de ventilare naturală a rețelei de canalizare. De exemplu, pentru o coloană de canalizare cu $H=35\text{m}$, $d=100\text{mm}$, $D=150\text{mm}$, $\alpha = 45^\circ$, pierderea de sarcină unitară a aerului este $i = 0,8829 \text{ Pa/m}$. Calculând depresiunea Δp din coloană cu relația 3.3.17, la debitul critic,

$Q = q = 16,1 \text{ l/s} = 0,0161 \text{ m}^3/\text{s}$ (tab. 3.3.12) se obține $\Delta p = 626,37 \text{ Pa}$. Aplicând relația 3.3.42, sau direct valorile din tabelul 3.3.18 rezultă $v_a = 2,87 \text{ m/s}$ și $i = 0,8829 \text{ Pa/m}$. Aplicând relația 3.3.40 ținând seama și de relația 3.3.41 se obține:

$$h_s = \Delta p + h_a = \Delta p + 1,5iH = 626,37 + 1,5 \cdot 0,8829 \cdot 35 = 672,72 \text{ Pa} = 68,57 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Prin urmare, înălțimea gârzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare trebuie să fie $h_s = 70 \text{ mm}$; dacă $h_s = 60 \text{ mm}$, stratul de apă care formează garda hidraulică a sifonului este aspirat în coloană și, pentru a evita acest lucru, este necesară o conductă de ventilare secundară (suplimentară) sau mărirea diametrului coloanei de evacuare a apei uzate care duce la diminuarea ambilor termeni din primul membru al relației 3.3.40. Din punct de vedere constructiv (după STAS 1795), coloana principală de ventilare poate avea diametrul cu o dimensiune mai mic decât diametrul coloanei de evacuare a apei uzate, dar nu sub 50 mm .

Conducta de ventilare secundară a conductelor orizontale de canalizare poate avea diametrul cu o dimensiune mai mic decât diametrul conductei pe care o ventilează, dar minimum 50 mm .

Coloana auxiliară de ventilare, care reunește mai multe coloane de ventilare principale, se calculează cu relația:

$$d_r = \sqrt{d_{\max}^2 + 0,5 \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad [\text{mm}] \quad (3.3.44)$$

în care:

- d_r este diametrul conductei de ventilare auxiliară [mm];
- $d_{\max}$ - cel mai mare dintre diametrele coloanelor respective de ventilare [mm];
- $\sum_{i=1}^n d_i^2$ - suma pătratelor diametrelor celorlalte coloane de ventilare [mm²].

Coloana auxiliară de ventilare trebuie să aibă diametrul de minimum 50 mm . La realizarea unei legături orizontale a coloanelor de ventilare, diametrul acestei conducte trebuie să fie egal cu cel mai mare dintre diametrele coloanelor de ventilare respective.

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al instalației interioare

de canalizare, a apelor uzate menajere, la o clădire de locuit cu P+4 etaje pentru care s-a întocmit schema de calcul redată în figura 3.3.31 pe care sunt notate tipurile de obiecte sanitare: L - lavoar; B - cadă de baie; C - closet; S - spălător cu platformă. Pe schema de calcul au fost numerotate tronsoanele de conducte începând de la obiectele sanitare spre punctul de evacuare a apelor uzate menajere în căminul de racord la rețeaua

exterioară de canalizare.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei de conducte s-a început cu tronsoanele 2.1...2.10 (coloana M₂, fig. 3.3.31) și este sistematizat în tabelul 3.3.19 anexa 3.3.2. S-a aplicat metodologia de calcul expusă la § 3.3.3.2 respectându-se condiția constructivă pentru alegerea preliminară a diametrului și condiția hidraulică pentru calculul de verificare.

Debitul de calcul pentru dimensionarea

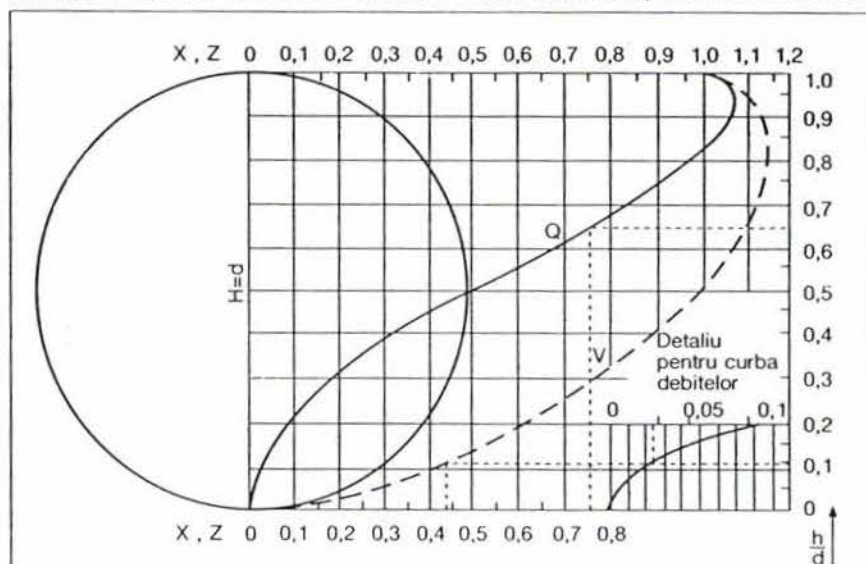


Fig. 3.3.30. Diagrama pentru determinarea gradului de umplere și a vitezei reale de curgere la conductele circulare orizontale de canalizare.

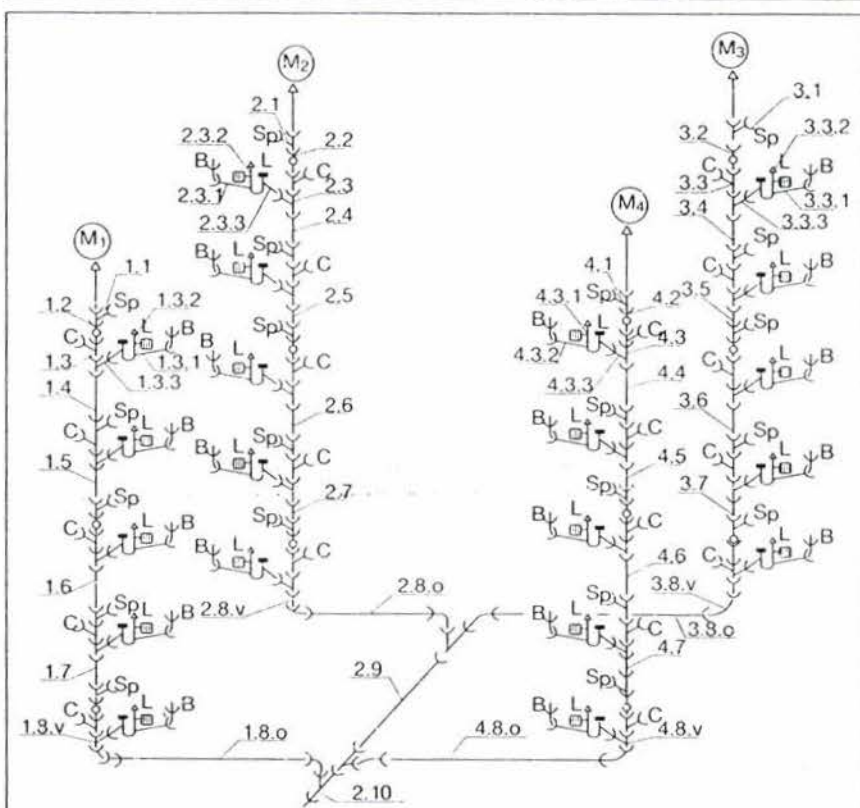


Fig. 3.3.31. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit cu P + 4 etaje:
L - lavoar; B - baie; Sp - spălător; C - closet; M1 ... M4 - coloane de canalizare ape uzate menajere.

fiecărui tronson de conductă a fost determinat în funcție de suma debitelor specifice $\sum q_{cs}$, cu relațiile 3.3.7...3.3.11 pentru $N=3$ pers./ap., $q_{cz} = 280$ l/zi-pers. Valorile debitului de calcul q_{cs} , ținând seama de suma debitelor specifice, s-au luat din tabelul 3.3.9 anexa 3.3.1.

Întrucât diametrul preliminar al coloanei M_2 (tronsoanele 2.1...2.8.v, fig. 3.3.31) este egal (din condiția constructivă) cu diametrul cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloană, respectiv de 110 mm compararea debitului de calcul q_c cu debitul maxim al coloanei având $d=110$ mm se putea face numai pentru tronsonul 2.8.v (calcul de verificare). Din tabelul 3.3.19 anexa 3.3.2 se observă că pe conductele orizontale colectoare se verifică condițiile: $U < U_{max}$ și $V_{min} \leq V_r \leq V_{max}$.

Observație. Pentru aceeași instalație interioară de canalizare a apelor uzate

menajere, a cărei schemă de calcul este redată în figura 3.3.31, considerând un necesar specific de apă de 280 l/pers. zi, la un număr mediu $N = 3$ pers./ ap. la un debit specific de scurgere de 2.31 l/s pentru un apartament și o durată de utilizare a apei de 19 h/zi, debitul de calcul q_{cs} se poate stabili fie aplicând relațiile 3.3.7...3.3.11, în funcție de suma debitelor specifice, fie relația 3.3.13 ținând seama de suma echivalenților de debit de scurgere. În tabelul 3.3.20 anexa 3.3.2, sunt sistematizate rezultatele calculului hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere din fig. 3.3.31 în care debitul de calcul q_{cs} s-a determinat în funcție de suma echivalenților de debit de la tabelul 3.3.19 anexa 3.3.2.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere de la grupurile sanitare ale anexei sociale a

unei hale industriale, pentru care se dă schema de calcul din figura 3.3.32. Instalația se execută cu tevi din PVC.

Rezolvare. Pe schema de calcul (fig. 3.3.32), sunt notate obiectele sanitare: L - lavoar; C - closet; P - piscoar; D - dus și numerotate tronsoanele de conducte ale rețelei. Calculul hidraulic se desfășoară după metodologia expusă la § 3.3.3.2 și rezultatele sunt sistematizate în tabelul 3.3.21 anexa 3.3.3. Debitul de calcul q_c pentru dimensionarea conductelor s-a determinat cu relațiile din tabelul 3.3.10a, iar valorile debitului q_{cs} s-au luat din tabelul 3.3.10b în funcție de suma debitelor specifice.

Calculul hidraulic s-a efectuat, mai întâi, pe traseul format din tronsoanele 1.1...1.10 (coloana M_1 , tab. 3.3.21 anexa 3.3.3) aplicând condiția constructivă, respectiv hidraulică și s-a continuat cu dimensionarea conductelor de legătură la coloana M_2 . În mod analog au fost calculate coloana M_2 și conductele de legătură la aceasta.

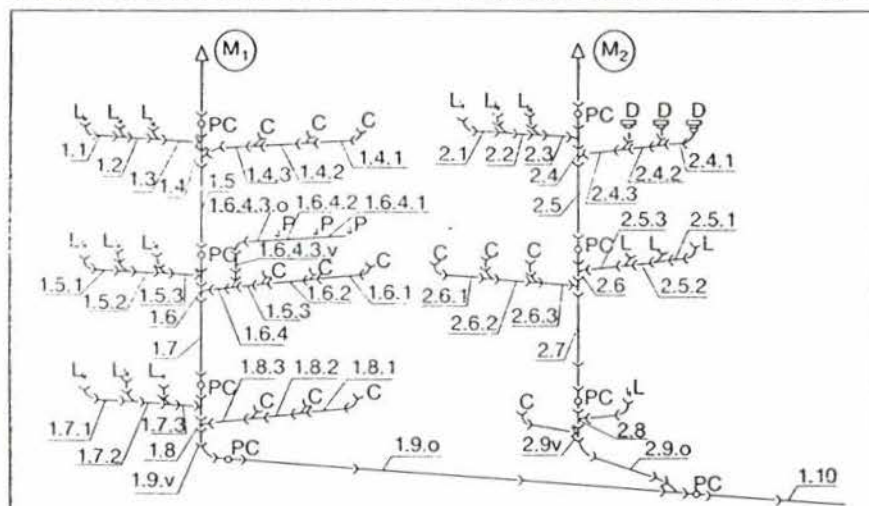


Fig. 3.3.32. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere la o anexă socială a unei hale industriale:

L - lavoar; D - dus; C - closet; P - piscoar; M1, M2 - coloane de canalizare ape uzate menajere.

Tabelul 3.3.18. Parametrii de bază pentru calculul coloanelor principale de ventilare naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere

Diametrul conductei de legătură d [mm]	Viteza aerului v_a [m/s] prin coloane cu diametrul D [mm] de:		Unghiul α de racordare a conductei de legătură la coloană [°]	Pierdere de sarcină liniară unitară i a aerului prin coloana cu diametrul D [mm] de:			
				100		150	
	100	150		[Pa/m]	[mmH ₂ O/m]	[Pa/m]	[mmH ₂ O/m]
40	2,88	2,91	90	1,47	0,15	0,88	0,09
	2,90	2,93	60				
	2,91	2,94	45				
50	2,87	2,90	90	1,47	0,15	0,88	0,09
	2,89	2,92	60				
	2,90	2,93	45				
75	2,34	2,86	90	1,18	0,12	0,88	0,09
	2,53	2,88	60				
	2,59	2,89	45				
100	2,25	2,50	90	1,08	0,11	0,88	0,09
	2,43	2,57	60				
	2,48	2,59	45				
150	-	2,24	90	-	-	0,69	0,07
	-	2,44	60				
	-	2,49	45				

Anexa 3.3.1**Tabelul 3.3.9. Debitul de calcul pentru apa de curgere în rețeaua de canalizare, la clădirile**

de locuit în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament, suma debitelor specifice de curgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalențelor de debit, pentru: $q_{sa}=2,31$ l/s.ap; $n_{oz}=19$ h/zi și $\gamma=3,08$ corespunzător unui grad de asigurare de 999%.

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]												E	q_c [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	Ns pers/ap						Ns pers/ap							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05
0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,24	0,08
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,45	0,15
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,51	0,17
0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,61	0,20
0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,76	0,25
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,0	0,33
0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,2	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,5	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,0	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,5	0,33
1,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,0	0,33
1,2	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,6	0,33
1,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	4,5	0,33
1,7	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,2	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	6,1	0,34
2,5	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,36	7,6	0,38
3,0	0,33	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,39	9,1	0,41
3,5	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	10,6	0,45
4	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,33	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	12,1	0,48
5	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	15,2	0,54
6	0,40	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	18,2	0,60
7	0,44	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	21,2	0,65
8	0,47	0,55	0,62	0,68	0,74	0,79	0,39	0,46	0,52	0,57	0,62	0,66	24,2	0,69
9	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84	0,42	0,49	0,55	0,60	0,65	0,70	27,3	0,74
10	0,53	0,62	0,69	0,76	0,83	0,89	0,44	0,52	0,58	0,64	0,69	0,74	30,3	0,78
12	0,58	0,68	0,76	0,84	0,91	0,98	0,49	0,57	0,64	0,70	0,76	0,82	36,4	0,86
14	0,63	0,74	0,83	0,91	0,99	1,07	0,53	0,62	0,69	0,76	0,83	0,89	42,4	0,94
16	0,68	0,79	0,89	0,98	1,07	1,15	0,57	0,66	0,74	0,82	0,89	0,96	48,5	1,01
18	0,72	0,84	0,95	1,05	1,14	1,23	0,60	0,70	0,79	0,87	0,95	1,02	54,5	1,07
20	0,76	0,89	1,01	1,11	1,21	1,30	0,64	0,74	0,84	0,92	1,01	1,08	60,6	1,14
25	0,86	1,01	1,14	1,26	1,37	1,47	0,72	0,84	0,95	1,04	1,14	1,22	75,8	1,29
30	0,95	1,11	1,26	1,39	1,51	1,63	0,79	0,92	1,04	1,15	1,26	1,35	90,9	1,42
35	1,03	1,21	1,37	1,51	1,65	1,78	0,86	1,01	1,14	1,26	1,37	1,47	106,1	1,55
40	1,11	1,30	1,47	1,63	1,78	1,92	0,92	1,08	1,22	1,35	1,47	1,59	121,2	1,67
45	1,18	1,39	1,57	1,75	1,91	2,06	0,99	1,15	1,30	1,44	1,57	1,70	136,4	1,79
50	1,26	1,47	1,67	1,85	2,03	2,19	1,04	1,22	1,38	1,53	1,67	1,80	151,5	1,90
55	1,32	1,55	1,76	1,96	2,14	2,31	1,10	1,29	1,46	1,62	1,76	1,90	166,7	2,00
60	1,39	1,63	1,85	2,06	2,25	2,43	1,15	1,35	1,53	1,70	1,85	2,00	181,8	2,11
65	1,45	1,71	1,94	2,16	2,36	2,55	1,21	1,41	1,60	1,78	1,94	2,10	197,0	2,21
70	1,51	1,78	2,03	2,25	2,46	2,67	1,26	1,47	1,67	1,85	2,03	2,19	212,1	2,30
75	1,57	1,85	2,11	2,34	2,57	2,78	1,30	1,53	1,74	1,93	2,11	2,28	227,3	2,40
80	1,63	1,92	2,19	2,43	2,67	2,89	1,35	1,59	1,80	2,00	2,19	2,37	242,4	2,49
85	1,69	1,99	2,27	2,52	2,76	2,99	1,40	1,64	1,87	2,07	2,27	2,45	257,6	2,58
90	1,75	2,06	2,34	2,61	2,86	3,10	1,44	1,70	1,93	2,14	2,34	2,53	272,7	2,67
95	1,80	2,12	2,42	2,69	2,95	3,20	1,49	1,75	1,99	2,21	2,42	2,62	287,9	2,76
100	1,85	2,19	2,49	2,78	3,05	3,30	1,53	1,80	2,05	2,28	2,49	2,70	303,0	2,84
110	1,96	2,31	2,64	2,94	3,23	3,50	1,62	1,90	2,17	2,41	2,64	2,86	333,3	3,01
120	2,06	2,43	2,78	3,10	3,40	3,69	1,70	2,00	2,28	2,53	2,78	3,01	363,6	3,17
130	2,16	2,55	2,91	3,25	3,57	3,88	1,78	2,10	2,39	2,66	2,91	3,16	393,9	3,33
140	2,25	2,67	3,05	3,40	3,74	4,06	1,85	2,19	2,49	2,78	3,05	3,30	424,2	3,48
150	2,34	2,78	3,18	3,55	3,90	4,24	1,93	2,28	2,60	2,89	3,18	3,44	454,5	3,63
160	2,43	2,89	3,30	3,69	4,06	4,41	2,00	2,37	2,70	3,01	3,30	3,58	484,8	3,78
170	2,52	2,99	3,43	3,83	4,22	4,59	2,07	2,45	2,80	3,12	3,43	3,72	515,2	3,92
180	2,61	3,10	3,55	3,97	4,37	4,75	2,14	2,53	2,89	3,23	3,55	3,85	545,5	4,06
190	2,69	3,20	3,67	4,11	4,52	4,92	2,21	2,62	2,99	3,34	3,67	3,98	575,8	4,20
200	2,78	3,30	3,79	4,24	4,67	5,08	2,28	2,70	3,08	3,44	3,79	4,11	606,1	4,34

Anexa 3.3.1

Tabelul 3.3.9. continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
220	2,94	3,50	4,02	4,50	4,96	5,41	2,41	2,86	3,27	3,65	4,02	4,36	666,7	4,61
240	3,10	3,69	4,24	4,75	5,25	5,72	2,53	3,01	3,44	3,85	4,24	4,61	727,3	4,87
260	3,25	3,88	4,46	5,00	5,52	6,02	2,66	3,16	3,62	4,05	4,46	4,85	787,9	5,12
280	3,40	4,06	4,67	5,25	5,80	6,32	2,78	3,30	3,79	4,24	4,67	5,08	848,5	5,37
300	3,55	4,24	4,88	5,48	6,06	6,62	2,89	3,44	3,95	4,43	4,88	5,31	909,1	5,62
320	3,69	4,41	5,08	5,72	6,32	6,91	3,01	3,58	4,11	4,61	5,08	5,54	969,7	5,86
340	3,83	4,59	5,29	5,95	6,58	7,19	3,12	3,72	4,27	4,79	5,29	5,76	1030	6,09
360	3,97	4,75	5,48	6,17	6,84	7,47	3,23	3,85	4,43	4,97	5,48	5,98	1091	6,32
380	4,11	4,92	5,68	6,40	7,09	7,75	3,34	3,98	4,58	5,14	5,68	6,20	1152	6,55
400	4,24	5,08	5,87	6,62	7,33	8,02	3,44	4,11	4,73	5,31	5,87	6,41	1212	6,78
425	4,40	5,29	6,11	6,89	7,64	8,36	3,57	4,27	4,92	5,53	6,11	6,67	1288	7,06
450	4,56	5,48	6,34	7,16	7,94	8,69	3,70	4,43	5,10	5,74	6,34	6,93	1364	7,33
475	4,72	5,68	6,57	7,42	8,23	9,02	3,83	4,58	5,28	5,94	6,57	7,18	1439	7,60
500	4,88	5,87	6,80	7,68	8,53	9,34	3,95	4,73	5,46	6,14	6,80	7,43	1515	7,87
525	5,03	6,06	7,02	7,94	8,81	9,66	4,07	4,88	5,63	6,34	7,02	7,68	1591	8,13
550	5,19	6,25	7,24	8,19	9,10	9,98	4,19	5,03	5,80	6,54	7,24	7,92	1667	8,39
575	5,34	6,43	7,46	8,44	9,38	10,29	4,31	5,17	5,97	6,73	7,46	8,17	1742	8,65
600	5,48	6,62	7,68	8,69	9,66	10,60	4,43	5,31	6,14	6,93	7,68	8,41	1818	8,90
650	5,78	6,98	8,11	9,18	10,22	11,22	4,66	5,60	6,47	7,31	8,11	8,88	1970	9,40
700	6,06	7,33	8,53	9,66	10,76	11,82	4,88	5,87	6,80	7,68	8,53	9,34	2121	9,90
750	6,34	7,68	8,94	10,14	11,29	12,42	5,10	6,14	7,12	8,05	8,94	9,80	2273	10,38
800	6,62	8,02	9,34	10,60	11,82	13,01	5,31	6,41	7,43	8,41	9,34	10,25	2424	10,86
850	6,89	8,36	9,74	11,07	12,34	13,59	5,53	6,67	7,74	8,76	9,74	10,69	2576	11,34
900	7,16	8,69	10,14	11,52	12,86	14,16	5,74	6,93	8,05	9,11	10,14	11,13	2727	11,80
950	7,42	9,02	10,53	11,97	13,37	14,73	5,94	7,18	8,35	9,46	10,53	11,56	2879	12,26
1000	7,68	9,34	10,91	12,42	13,87	15,29	6,14	7,43	8,64	9,80	10,91	11,99	3030	12,72
1100	8,19	9,98	11,67	13,30	14,87	16,40	6,54	7,92	9,23	10,47	11,67	12,84	3333	13,62
1200	8,69	10,60	12,42	14,16	15,85	17,49	6,93	8,41	9,80	11,13	12,42	13,67	3636	14,51
1300	9,18	11,22	13,15	15,01	16,81	18,56	7,31	8,88	10,36	11,78	13,15	14,48	3939	15,38
1400	9,66	11,82	13,87	15,85	17,76	19,63	7,68	9,34	10,91	12,42	13,87	15,29	4242	16,23
1500	10,14	12,42	14,59	16,67	18,70	20,68	8,05	9,80	11,46	13,05	14,59	16,08	4545	17,08
1600	10,60	13,01	15,29	17,49	19,63	21,71	8,41	10,25	11,99	13,67	15,29	16,87	4848	17,92
1700	11,07	13,59	15,98	18,30	20,55	22,74	8,76	10,69	12,52	14,28	15,98	17,64	5152	18,75
1800	11,52	14,16	16,67	19,10	21,46	23,76	9,11	11,13	13,05	14,89	16,67	18,41	5455	19,57
1900	11,97	14,73	17,35	19,89	22,36	24,77	9,46	11,56	13,56	15,49	17,35	19,17	5758	20,38
2000	12,42	15,29	18,03	20,68	23,25	25,77	9,80	11,99	14,08	16,08	18,03	19,93	6061	21,19
2500	14,59	18,03	21,33	24,52	27,63	30,69	11,46	14,08	16,57	18,98	21,33	23,62	7576	25,13
3000	16,67	20,68	24,52	28,25	31,89	35,47	13,05	16,08	18,98	21,79	24,52	27,19	9091	28,95
3500	18,70	23,25	27,63	31,89	36,06	40,15	14,59	18,03	21,33	24,52	27,63	30,69	10606	32,69
4000	20,68	25,77	30,69	35,47	40,15	44,75	16,08	19,93	23,62	27,19	30,69	34,11	12121	36,35
5000	24,52	30,69	36,65	42,46	48,16	53,78	18,98	23,62	28,07	32,41	36,65	40,81	15152	43,52

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte).

Tabelul 3.3.19. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (exemplul de calcul 1; fig. 3.3.31 - calcul cu utilizarea sumei debitelor specifice de curgere Σn_{qs} [l/s])																
Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]	$q_{s\ max}$ [l/s]	q_c [l/s]	Conducte verticale		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
						q_{max} coloană [l/s]	d [mm]	Panta	d [mm]	v_{sp} [m/s]	q_{sp} [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	
Coloana M ₂																
2.1	1S	0,33	0,33	0,33	0,33	-	-	0,035	50	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.2	1S	0,33	0,33	0,33	0,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	1S+1C	1,48	0,33	1,15	1,48	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	1S+1C+1B+1L	2,31	0,36	1,15	1,51	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	2S+2C+2B+2L	4,62	0,51	1,15	1,66	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	3S+3C+3B+3L	6,93	0,63	1,15	1,78	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	4S+4C+4B+4L	9,24	0,73	1,15	1,88	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.v	5S+5C+5B+5L	11,55	0,82	1,15	1,97	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.8.o	5S+5C+5B+5L	11,55	0,82	1,15	1,97	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,14	0,24	0,75	1,16	
2.9	10S+10C+10B+10L	23,10	1,21	1,15	2,36	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,17	0,27	0,79	1,22	
2.10	20S+20C+20B+20L	46,20	1,77	1,15	2,92	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,21	0,30	0,83	1,29	
Conducte de legătură la coloana M ₂																
2.3.1	1B	0,66	0,66	0,66	0,66	-	-	0,035	40	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.3.2	1L	0,17	0,17	0,17	0,17	-	-	0,035	32	-	-	-	-	-	-	
2.3.3	1B+1L	0,83	0,33	0,66	0,99	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,50	0,50	1,0	1,21	
Coloanele: M ₁ (traseul 1.1...1.8.o); M ₃ (traseul 3.1...3.8.o); și M ₄ (traseul 4.1...4.8.o) au aceleasi dimensiuni cu coloana M ₂ (traseul 2.1...2.8.o)																

Coloanele: M₁ (traseul 1.1...1.8.o); M₃ (traseul 3.1...3.8.o); și M₄ (traseul 4.1...4.8.o) au aceleași dimensiuni cu coloana M₂ (traseul 2.1...2.8.o)

Tabelul 3.3.20. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (exemplul de calcul 1, cu utilizarea sumei echivalențelor de debit $E = \Sigma E_s$; fig. 3.3.31)																
Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	$E = \Sigma E_s$	q_{cs} [l/s]	$q_{s\ max}$ [l/s]	q_c [l/s]	Conducte verticale		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
						q_{max} coloană [l/s]	d [mm]	Panta	d [mm]	v_{sp} [m/s]	Q_{sp} [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	
Coloana M ₂																
2.1	1S	1,0	0,33	0,33	0,33	-	-	0,035	50	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.2	1S	1,0	0,33	0,33	0,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	1S+1C	4,5	0,33	1,15	1,48	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	1S+1C+1B+1L	7,5	0,35	1,15	1,51	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	2S+2C+2B+2L	14,0	0,51	1,15	1,66	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	3S+3C+3B+3L	21,0	0,64	1,15	1,79	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	4S+4C+4B+4L	28,0	0,74	1,15	1,89	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.v	5S+5C+5B+5L	35,0	0,83	1,15	1,98	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.o	5S+5C+5B+5L	35,0	0,83	1,15	1,98	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,15	0,25	0,76	1,18	
2.9	10S+10C+10B+10L	70,0	1,23	1,15	2,38	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,17	0,27	0,79	1,22	
2.1.o	20S+20C+20B+20L	140,0	1,80	1,15	2,95	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,22	0,31	0,84	1,30	
Conducte de legătură la coloana M ₂																
2.3.1	1B	2	0,19	0,66	0,66	-	-	0,035	40	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.3.2	1L	0,50	0,15	0,17	0,17	-	-	0,035	32	-	-	-	-	-	-	
2.3.3	1B+1L	2,5	0,33	0,66	0,99	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,50	0,50	1,0	1,21	
Coloanele: M ₁ (traseul 1.1...1.8.o); M ₃ (traseul 3.1...3.8.o); și M ₄ (traseul 4.1...4.8.o) au aceleași dimensiuni cu coloana M ₂ (traseul 2.1...2.8.o)																

Coloanele: M₁ (traseul 1.1...1.8.o); M₃ (traseul 3.1...3.8.o); și M₄ (traseul 4.1...4.8.o) au aceleași dimensiuni cu coloana M₂ (traseul 2.1...2.8.o)

Anexa 3.3.2

Anexa 3.3.3

Tabelul 3.3.21. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere la o anexă socială a unei hale industriale (exemplul de calcul 2, fig. 3.3.32)

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	$E = \sum E_s$	q_{cs}	$q_{s\ max}$	q_c	Conducte verticale		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
						q_{max}	d	Panta de montare	d	v_{sp}	q_{sp}	x	u	z	v_r	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Coloana M_1 (traseul 1.1...1.10)																
1.1	1L	0,5	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	La tronsonul 1.4 dimensiunea minimă necesară este de 50 mm. S-a ales d_n 125 mm pentru asigurarea unui diametru constant
1.2	2L	1,0	0,33	0,17	0,50	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
1.3	3L	1,5	0,49	0,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
1.4	3L	1,5	0,49	0,17	0,66	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.5	3L+3C	12,0	3,46	1,15	4,61	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.6	6L+3C	13,5	3,67	1,15	4,82	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.7	6L+6C+3P	24,45	4,94	1,15	6,09	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.8	9L+6C+3P	25,95	5,09	1,15	6,24	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.9.v	9L+9C+3P	36,45	6,03	1,15	7,18	9,75	160	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.9.o	9L+9C+3P	36,45	6,03	1,15	7,18	-	-	0,01	160	1,36	24,76	0,29	0,36	0,89	1,21	
1.10	16L+13C+3P+3D	56,95	7,55	1,15	8,70	-	-	0,01	160	1,36	24,76	0,35	0,41	0,93	1,26	
Conducte de legătură la coloana M_1																
1.4.1	1C	3,5	1,15	-	1,15	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
1.4.2	2C	7,0	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
1.4.3	3C	10,5	3,24	1,15	4,34	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	
Traseul 1.5.1...1.5.3; 1.7.1...1.7.3, la fel cu traseul 1.1...1.3																
Traseul 1.6.1...1.6.4																
1.6.1	1C	3,5	1,15	-	1,15	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,018	0,66	1,02	
1.6.2	2C	7,0	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,82	1,35	
1.6.3	3C	10,5	3,24	1,15	4,39	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	
1.6.4	3C+3P	10,95	3,31	1,15	4,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,34	0,40	0,925	1,43	
Traseul 1.6.4.1...1.6.4.3																
1.6.4.1	1P	0,15	0,05	-	0,05	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,02	0,10	0,50	0,60	
1.6.4.2	2P	0,30	0,10	0,05	0,15	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,07	0,17	0,64	0,77	
1.6.4.3.o	3P	0,45	0,15	0,05	0,20	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,10	0,20	0,69	0,83	
1.6.4.4.v	3P	0,45	0,15	0,05	0,20	1,12	50	-	-	-	-	-	-	-	-	
Traseul 1.8.1...1.8.3 la fel cu traseul 1.4.1...1.4.3																
Coloana M_2 (traseul 2.1...2.9 _o)																
2.1	1L	0,5	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
2.2	2L	1,0	0,33	0,17	0,50	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
2.3	3L	1,5	0,49	0,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
2.4	3L	1,5	0,49	0,17	0,66	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	3L+3D	4,5	1,48	0,33	1,81	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	6L+3D	6,0	1,98	0,33	2,31	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	6L+3D+3C	16,50	4,06	1,15	5,21	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8	7L+3D+3C	17,00	4,12	1,15	5,27	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.9.v	7L+3D+4C	20,5	4,52	1,15	5,67	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.9.o	7L+3D+4C	20,5	4,52	1,15	5,67	-	-	0,015	125	1,44	16	0,35	0,41	0,93	1,33	

Anexa 3.3.3		Tabelul 3.3.21 (continuare)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Conducte de legătură la coloana M ₂																
Traseul 2.4.1...2.4.3																
2.4.1	1D	1	0,33	-	0,33	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,06	0,16	0,63	0,85	
2.4.2	2D	2	0,66	0,33	0,99	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,19	0,28	0,80	1,08	
2.4.3	3D	3	0,99	0,33	1,32	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,25	0,33	0,86	1,16	
Traseul 2.5.1...2.5.3																
2.5.1	1L	0,5	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
2.5.2	2L	1,0	0,34	1,17	0,51	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
2.5.3	3L	1,5	0,49	1,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
Traseul 2.6.1...2.6.3																
2.6.1	1C	3,5	1,15	-	1,15	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
2.6.2	2C	7,0	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
2.6.3	3C	10,5	3,24	1,15	4,39	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	

3.4. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate industriale

3.4.1. Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate industriale

Apele de canalizare provenite din industrii se diferențiază după acțiunea dăunătoare față de rețeaua de canalizare sau stația de epurare în funcție de:

- natura, concentrația și mărimea (dimensiunile) substanțelor în suspensie care pot provoca eroziuni ale canalelor sau se pot depune prin sedimentare, modificând regimul hidraulic al curgerii;
- natura și concentrația substanțelor cu agresivitate chimică asupra materialelor care sunt folosite în mod curent la construcția rețelilor de canalizare și stațiilor de epurare a apelor uzate industriale;
- natura și concentrația substanțelor chimice și organice, în stare de suspensie sau dizolvate, care, în această stare, sau prin evaporare, îngreunează exploatarea rețelei de canalizare și a stației de epurare sau pot provoca împreună cu aerul amestecuri detonante;
- temperaturi mai mari de 50° C;
- variațiile debitelor de ape uzate industriale, care pot da naștere la șocuri sau la punerea sub presiune a unor elemente componente ale canalizării care, în mod normal, nu rezistă la solicitările respective.

Ținând seama de cele arătate mai sus, apele uzate industriale pot fi grupate în: ape uzate convențional curate și ape uzate cu concentrații de nocivități (de natură chimică, minerală sau organică), a atenției deosebită acordându-se apelor impurificate chimic.

Comparativ cu instalațiile de canalizare aferente clădirilor de locuit și social-culturale, instalațiile de canalizare din hale industriale prezintă unele particularități de concepție, proiectare, executare și exploatare referitoare la :

- sistemul (procedeu) de canalizare;
- modul de alcătuire și pozare (amplasare) a rețelilor interioare de canalizare;
- materialele utilizate pentru realizarea rețelilor de canalizare.

Instalațiile interioare de canalizare a apelor provenite din procesele tehnologice pot fi comune cu cele de canalizare menajeră, sistem unitar, sau separate de acestea, cum este cazul rețelilor interioare de canalizare a apelor impurificate chimic. Aceste ape sunt colectate și transportate printr-o rețea de conducte, de regulă, din gresie antiacidă, la o stație de neutralizare amplasată în incintă, după care, sunt evacuate în rețeaua exterioară de canalizare. Pe rețeaua interioară se prevăd, după caz, cămine de vizitare (fig. 3.4.1) căptușite cu plăci din gresie ceramică antiacidă.

3.4.2. Materiale specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate industriale

Pe lângă materialele cunoscute (tevi din PVC, PE, PP, tuburi din fontă de scurgere, țevi din plumb de scurgere etc.) în canalizările industriale, în funcție de calitățile apelor uzate se mai folosesc: tuburi din gresie ceramică antiacidă, din bazalt artificial, din poliester armat cu fibre din sticlă etc.

Tuburile și piesele de legătură din gresie ceramică antiacidă (fig. 3.4.2) se folosesc pentru canalizarea apelor chimic agresive, având temperaturi mai mari de 150° C, în regim de curgere cu nivel liber sau cu presiuni până la maximum 0,5 bar. Sunt impermeabile la apă și gaze și au rezistență chimică și mecanică mare. Datorită glazurii cu care sunt acoperite, suprafața lor este netedă, asigurând o rezistență mică la curgerea apei.

Toate tuburile și piesele de legătură au secțiuni circulare și se fabrică cu diametre nominale de 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 mm.

Atât tuburile, cât și piesele de legătură, se fabrică în mai multe variante după cum sunt prevăzute la capete cu mufe (fig. 3.4.2a) sau cu flanșe (fig. 3.4.2b) pentru îmbinare.

În vederea îmbinării și etanșării îmbinărilor, mufele de racordare de la capetele tuburilor și pieselor fasonate sunt prevă-

zute cu 2...5 șanțuri inelare (caneluri) pe suprafața lor interioară, iar capetele fără mufă ale tuburilor sunt prevăzute cu 2...5 șanțuri inelare pe suprafața lor exterioară, pe o porțiune egală cu lungimea mufei (șanțurile mufei și suprafața capătului care intră în mufă pot fi neglazurate); de asemenea, capetele cu flanșă sunt prevăzute pe suprafețele lor frontale cu 1 sau 2 șanțuri inelare (2 șanțuri au tuburile și piesele de legătură cu $D_n > 100$ mm).

Îmbinarea tuburilor cu flanșe se realizează cu ajutorul unor inele intermediare de etanșare. Pentru etanșarea îmbinării tuburilor cu mufe cu caneluri se folosesc garnituri din cauciuc având o formă specială (fig. 3.4.2c) pentru diametre până la 150 mm sau garnituri din material plastic (fig. 3.4.2d) pentru diametre cuprinse între 150 și 300 mm.

Ramificațiile pot fi: simple, duble, drepte sau oblice. Coturile și curbele se execută la 90, 60, 45 și 30°. Din condiții hidraulice și tehnologice se recomandă utilizarea curbelor și ramificațiilor la 45°.

Tuburile și fittingurile din poliester armat cu fibră din sticlă au o bună rezistență chimică, comparativ cu tuburile din beton sau din metal, față de agresivitatea apelor uzate industriale impurificate chimic. Se fabrică fie prin înfășurare, cu diametre nominale cuprinse între 50 și 800 mm, fie prin centrifugare, cu diametre de 800, 1000 și 1200 mm.

Tuburile înfășurate au un capăt prevăzut cu mufă (fig. 3.4.3) în interiorul căreia se introduce o garnitură din cauciuc cu profil special pentru etanșare la presiunea de regim a conductei, iar celălalt capăt este calibrat. Prin simpla împingere a capului calibrat al tubului următor în

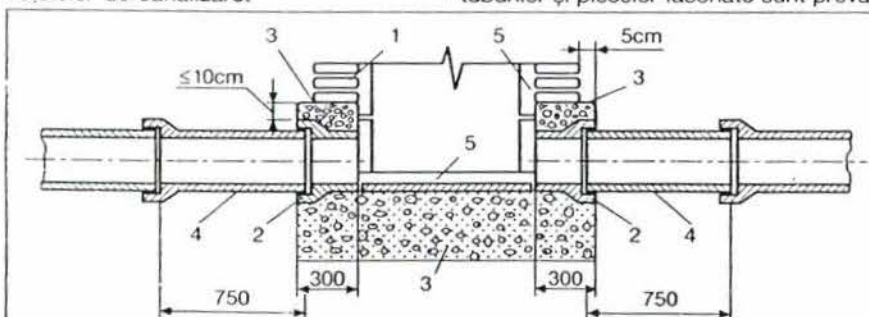


Fig. 3.4.1. Racordarea tuburilor din gresie ceramică antiacidă la căminul de canalizare:

1 - perete (monolit); 2 - tub cu mufă; 3 - beton turnat; 4 - tub din gresie ceramică; 5 - plăci din gresie ceramică.

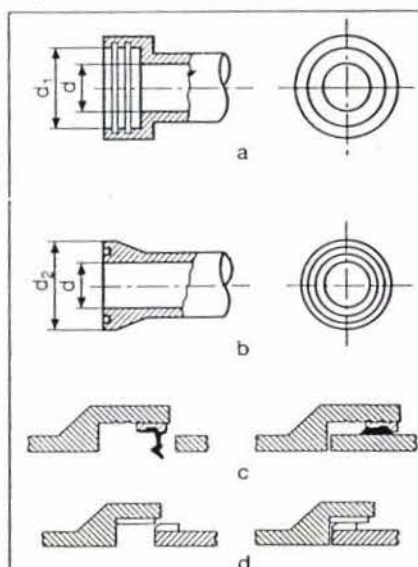


Fig. 3.4.2. Tub din gresie ceramică antiacidă:

a - tub cu mufă prevăzută cu caneluri; b - tub cu flanșe; c - îmbinare cu garnituri din cauciuc; d - îmbinare cu garnituri din material plastic.

mufa tubului anterior se aduce garnitura din cauciuc în poziția de lucru, realizându-se îmbinarea celor 2 tuburi.

Tuburile centrifugate sunt prevăzute cu mufă și cep și se îmbină cu garnituri din cauciuc.

3.4.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate industriale

3.4.3.1 Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

Debitele specifice de ape uzate industriale se stabilesc pentru fiecare punct de evacuare, în funcție de caracteristicile utilajului și ale procesului tehnologic.

Debitul de calcul pentru conducta de canalizare a apei uzate industriale Q_s se calculează cu relația:

$$Q_s = \sum k_i Q_{si} n_i \quad [l/s] \quad (3.4.1)$$

în care: k_i este coeficient de simultaneitate în funcționarea utilajelor de același tip i , stabilit de proiectant în funcție de procesul tehnologic; Q_{si} - debitul specific al unui utilaj de tip i [l/s]; n_i - numărul utilajelor de același tip i .

3.4.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

a. Dimensionarea conductelor de legătură de la punctele de evacuare a apelor uzate industriale la coloane se determină

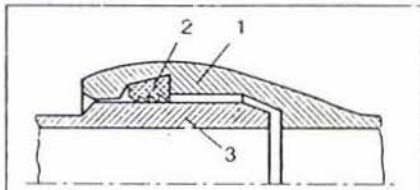


Fig. 3.4.3. Îmbinarea tuburilor din poliestere armat cu fibre din sticlă: 1 - mufă; 2 - garnitură de etanșare; 3 - capătul tubului.

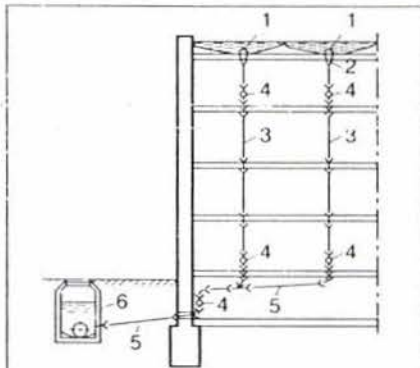


Fig. 3.5.1. Instalația interioară de canalizare a apelor meteorice:

1 - receptor de ape meteorice; 2 - piesă de racordare; 3 - coloană; 4 - piesă de curățire; 5 - colector orizontal; 6 - cămin de racord.

din condiții tehnologice și constructive. Pentru unele tipuri de puncte de consum se pot folosi datele din tabelul 3.3.8 sau date similare cu acestea.

b. Dimensionarea coloanelor. Se aplică metodologia de la punctul 3.3.3.2b cu precizarea că debitele maxime de ape uzate tehnologice cu suspensii ce pot fi evacuate prin coloane de diametre (preliminar alese) sunt date în tabelul 3.3.11.

c. Dimensionarea conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate industriale. Se aplică metodologia de la punctul 3.3.3.2c cu următoarele precizări:

- valorile gradului de umplere maxim admis, pentru ape uzate industriale cu suspensii mai mici sau mai mari de 5 mm, precum și pentru ape uzate industriale convențional curate, sunt date în tabelul 3.3.13;

- pantele normale și minime de montare în funcție de natura apelor uzate industriale și de diametrele conductelor sunt date în tabelul 3.3.14;

- la conductele de ape uzate industri-

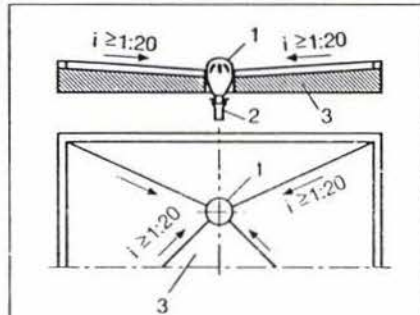


Fig. 3.5.2. Realizarea pantelor de curgere a apelor meteorice de pe acoperișurile și terasele clădirilor:

1 - receptor de ape meteorice; 2 - coloană de canalizare a apelor meteorice; 3 - terasă.

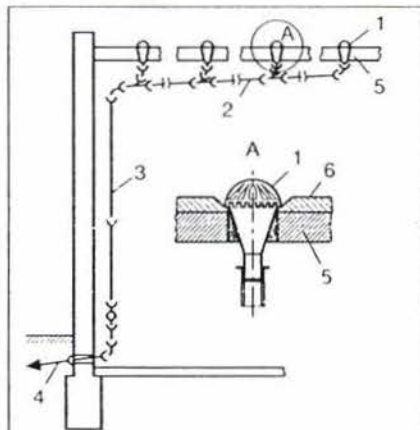


Fig. 3.5.3. Instalație de canalizare a apelor meteorice de pe terasele halelor industriale:

1 - receptor de ape meteorice; 2 - conductă orizontală colectoare; 3 - coloană; 4 - conductă de racord; 5 - placă din beton; 6 - strat de termo-hidroizolație.

ale, convențional curate se admite curgerea sub presiune când această soluție nu ar putea produce refularea apei în anumite puncte de evacuare.

3.5. Instalații interioare de canalizare a apelor meteorice

3.5.1. Soluții constructive pentru instalațiile interioare de canalizare a apelor meteorice

Apele meteorice provin din ploii sau din topirea zăpezii de pe acoperișurile și terasele clădirilor de locuit, social-culturale și industriale și sunt evacuate printr-o rețea de canalizare, care se compune, de regulă, din următoarele elemente (fig. 3.5.1): receptorul de ape meteorice, care colectează apa de pe o anumită suprafață; conducta de legătură de la receptor la coloană; conductele orizontale de legătură (colectoare), de la coloane la căminul exterior de canalizare, care, poate fi comun și pentru racordarea canalizării interioare a apelor uzate menajere; piesa de curățire.

Acoperișurile sau terasele clădirilor civile sau industriale sunt prevăzute cu pante de curgere către receptoarele de apă meteorice (fig. 3.5.2).

Colectarea apelor meteorice de pe terase necirculabile se face prin receptoare fără gardă hidraulică.

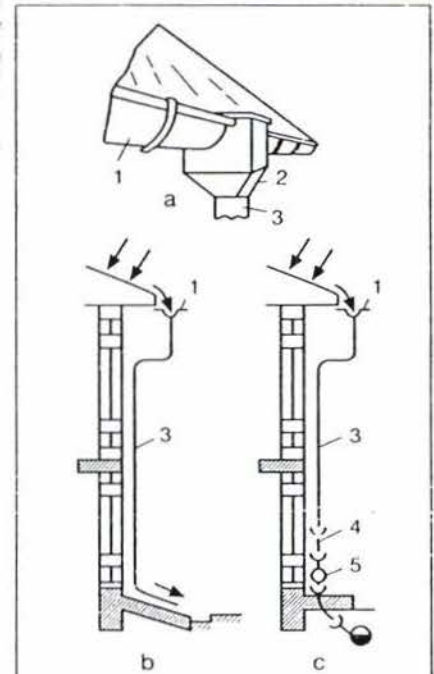


Fig. 3.5.4. Instalație de canalizare cu igheaburi și burlane pentru evacuarea apelor meteorice:

a - receptor montat la streșină; b - scurgere la rigolă; c - scurgere la canalizarea exterioră;

1 - igheab; 2 - piesă de racord; 3 - burlan; 4 - tub din fontă de scurgere; 5 - piesă de curățire.

Apele meteorice colectate de pe terase aflate la cote diferite se evacuează prin coloane independente.

În cazul unor ploii de intensitate mare, chiar dacă sunt de scurtă durată, în conductele de canalizare a apelor meteorice se poate stabili regimul de curgere sub presiune (la secțiunea plină a conductei) și orice legătură între aceste conducte și rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere ar duce la inundarea clădirii, prin obiectele sanitare. Din această cauză rețeaua de canalizare a apelor meteorice este separată de rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere, racordarea acestora fiind posibilă numai în câminul exterior al clădirii.

Conductele rețelei de canalizare a apelor meteorice vor trebui să reziste la o presiune corespunzătoare înălțimii clădirii, utilizându-se în acest scop, după caz, conducte din mase plastice, fontă de scurgere sau țevi din oțel.

Pe toate coloanele de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea până la 45 m, se prevăd piese de curățire la primul și la ultimul nivel.

La coloanele mai înalte de 45 m, se recomandă prevederea unor devieri ale coloanelor la intervale de 8 niveluri, prin utilizarea curbilor de etaj sau a coturilor de 45° și mai mici. În acest caz se pre-

văd, suplimentar, piese de curățire, înainte și după deviere.

Colectarea apelor meteorice de pe terasele halelor industriale cu deschideri mari se poate face racordând receptoarele (fig. 3.5.3) la o conductă colectoare orizontală, montată la partea superioară a halei, din care apa este evacuată printr-o singură coloană la canalizarea exterioră, prin conducta de racord. Receptoarele de ape meteorice, (fig. 3.5.3) se montează în placa din beton, iar deasupra acestora se prevede un strat de

termo-hidroizolație pentru a evita pătrunderea apei meteorice în interiorul halei industriale.

Racordarea mai multor receptoare de ape meteorice printr-o conductă orizontală colectoare la o singură coloană (fig. 3.5.3) este indicată în cazurile în care pardoseala halei industriale este ocupată de mașini și utilaje.

În funcție de înălțimea halei industriale și de procesul tehnologic care se desfășoară în interior, coloana de canalizare se poate executa din fontă de scurgere, fontă de presiune, țevi din oțel, tuburi din polipropilenă, polietilenă sau PVC.

În cazul unor clădiri civile sau industriale, apele meteorice pot fi colectate și evacuate la rigola străzii sau în câminul de racord la canalizarea exterioră, cu ajutorul jgheburilor (fig. 3.5.4a) și burlanelor, între ele racordarea făcându-se direct sau printr-o piesă specială (receptor). De regulă, jghebul și burlanele se execută din tablă zincată și se montează pe fațada clădirii. Evacuarea apei meteorice din burlane la rigola străzii (fig. 3.5.4b) este indicată în cazul unor debite mici, adică în cazul clădirilor cu acoperișuri de suprafețe (colectoare de ape meteorice) relativ mici. În cazul unor debite mari de ape meteorice, burlanele se leagă la rețeaua exterioră de canalizare prin tuburi din fontă de scurgere (fig. 3.5.4c) prelungite până la înălțimea de 1,5 m deasupra terenului, prevăzându-se la circa 0,5...1,0 m de la nivelul terenului o piesă de curățire.

În cazul în care există pericolul de coroziune a conductelor sau a burlanelor, datorită gazelor emanate din canalizarea exterioră se iau măsuri de protecție prin montarea de sifoane sau recipiente.

Tabelul 3.5.1. Dimensiunile sifonului din PE pentru ape meteorice [mm]:

D	H	h	A	d
75	65,5	16,7	19,8	10,5
110	78,4	22,8	28,8	14,4

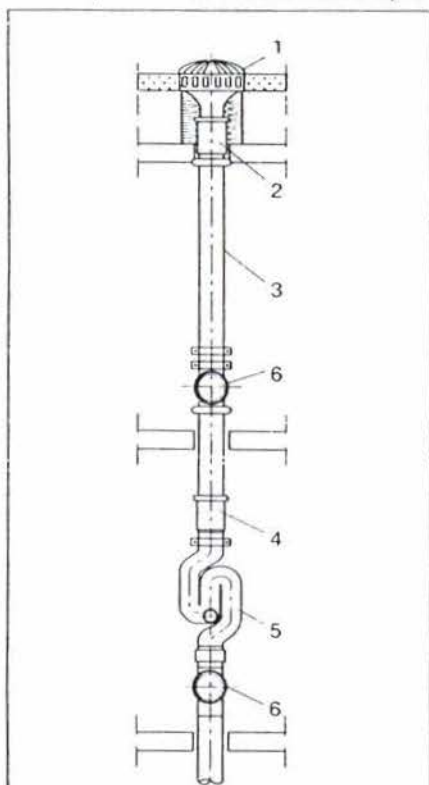


Fig. 3.5.5. Coloană de canalizare prevăzută cu sifon, pentru ape meteorice:

1 - receptor de terasă; 2 - piesă de racordare; 3 - coloană; 4 - piesă de dilatare; 5 - sifon cu gardă hidrolică; 6 - piesă de curățire.

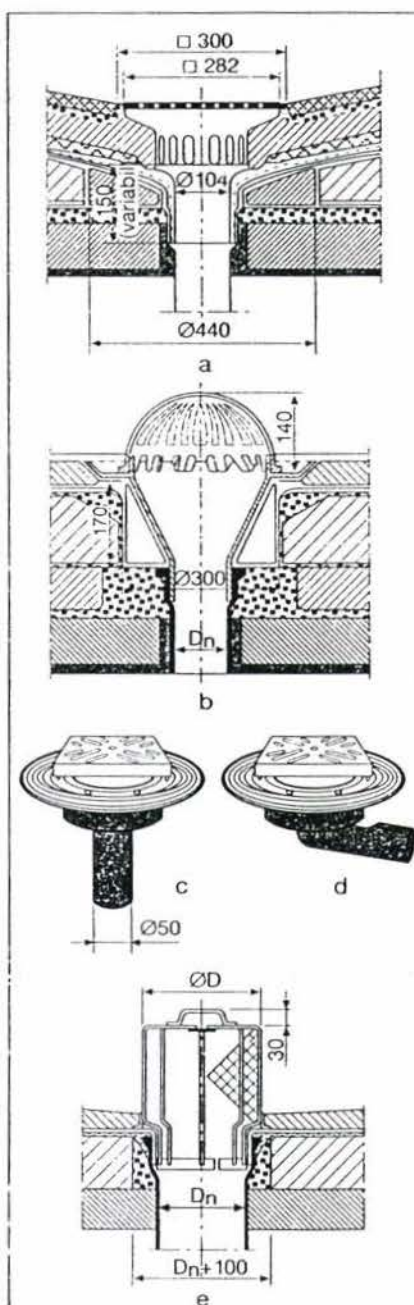


Fig. 3.5.6. Receptoare pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice de pe terase și acoperișuri:

a - terase circulabile; b - terase (acoperișuri) necirculabile; c - racordarea la tuburi din polipropilenă verticale; d - idem, orizontale; e - cu parafrunzar.

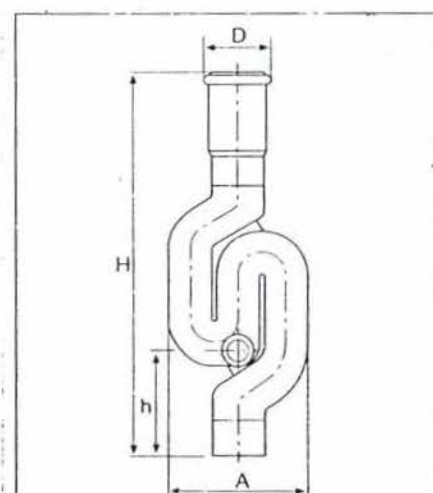


Fig. 3.5.7. Sifon din polietilenă montat pe coloanele de ape meteorice.

Când receptoarele de ape meteorice sunt amplasate pe terase circulabile, coloanele sunt prevăzute cu sifoane, (fig. 3.5.5) cu gardă hidraulică, amplasate astfel încât să fie ferite de îngheț. Burlanele se amplasează în interior atunci când forma acoperișului impune colectarea apelor în interior sau când acoperișul fără pod permite topirea zăpezii cu pericol de accidentare sau de deteriorare a construcției.

Apele meteorice din curțile interioare, se evacuează la canalizarea exterioară, printr-o rețea separată de rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere.

3.5.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor de canalizare a apelor meteorice

Pentru realizarea instalației interioare de canalizare a apelor meteorice se utilizează aceleași tipuri de țevi, tuburi și piese speciale de îmbinare ea și pentru instalațiile de canalizare a apelor uzate menajere.

Receptoarele pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice de pe terase circulabile (fig. 3.5.6a) sau necirculabile (fig. 3.5.6b), STAS 2742 au diametre nominale de 100 sau 150 mm și pot fi cu racordare dreaptă sau conică, la coloană. Firmele străine (Franța, Germania, Italia etc.) produc o gamă variată de receptoare de ape meteorice, pentru racordarea la tuburi din polipropilenă (fig. 3.5.6c și d) cu diametrul minim de 50 mm, cu posibilități de racordare verticală (fig. 3.5.6c) sau orizontală (fig. 3.5.6d).

Pentru colectarea și evacuarea apelor

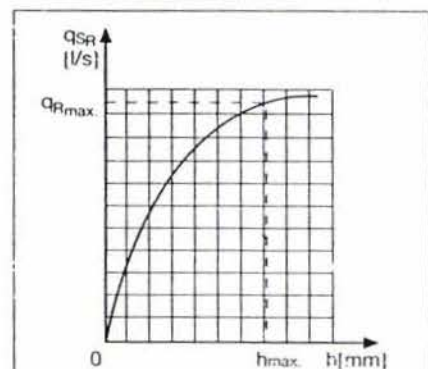


Fig. 3.5.8. Variația debitului specific al receptorului de terasă în funcție de înălțimea stratului de apă colectată deasupra lui.

Tabelul 3.5.3. Coeficientul de curgere a apei meteorice φ în funcție de felul învelitorii (STAS 1795)

Felul învelitorii	φ
Învelitori metalice din ardezie, din sticlă	0,95
Învelitori din țiglă, din azbociment	0,90
Terasa necirculabile	0,85...0,90
Terasa cu strat de pietris mărgăritar	0,70...0,80

meteorice de pe acoperișurile halelor industriale se produc receptoare cu parafrunzar (fig. 3.5.6e) fie din bare din oțel și plase din sârmă, fie din tablă perforată.

Sifoanele pentru ape meteorice (fig. 3.5.7) se execută, în special, din polietilenă, sunt prevăzute cu manșon lung și dop de curățire și au dimensiunile uzuale redată în tabelul 3.5.1.

3.5.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor meteorice

3.5.3.1 Debitul specific ale receptoarelor de ape meteorice și debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitul specific ale receptoarelor de ape meteorice q_{sR} , în cazul curgerii libere, sunt indicate în tabelul 3.5.2 în funcție de înălțimea h a stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare și de modul de colectare a apelor meteorice.

Debitul maxim q_{Rmax} de evacuare a receptorului de ape meteorice (denumit și capacitate maximă) se obține când s-a eliminat tot aerul din instalația interioară de canalizare. După evacuarea aerului, debitul maxim al receptorului rămâne practic constant, la creșterea înălțimii h a stratului de apă deasupra grătarului său (fig. 3.5.8).

Debitul specific (inclusiv debitul maxim) se determină experimental pentru fiecare receptor de ape meteorice.

Prin debit de calcul al apei meteorice din instalațiile interioare de canalizare se înțelege debitul de apă colectat de pe

suprafețele acoperișurilor, teraselor, pereților, curților de lumină și curților engleze.

Debitul de calcul al apei meteorice q_c se calculează cu relația:

$$q_c = 0,0001 \cdot \sum_{j=1}^n \varphi_j \cdot S_{c_j} \quad [l/s] \quad (3.5.1)$$

în care:

- I este intensitatea de calcul a ploii $[l/s \cdot ha]$;
- φ_j - coeficientul de curgere a apei meteorice de pe suprafața respectivă ale cărei valori sunt date în tabelul 3.5.3. Valorile coeficientului φ_j se stabilesc experimental și depind de climă, de natura (rugozitatea) suprafețelor colectoare etc., valorile mai mari fiind recomandate pentru pante mari și climă umedă;
- S_{c_j} - suprafața de calcul având coeficientul de curgere φ_j $[m^2]$.

Suprafața de calcul S_c se consideră proiecția pe un plan orizontal a suprafeței receptoare, S :

$$S_c = S \cos \alpha \quad (3.5.2)$$

în care α este unghiul de înclinare a suprafeței receptoare, S , față de planul orizontal.

Intensitatea ploii de calcul, în funcție de frecvența normală a ploii și de durata de calcul, se ia conform diagramei din figura 3.5.9.

Frecvența ploii de calcul este normată (STAS 1846) în funcție de importanța obiectivelor respective și consecințele ce le-ar avea pentru clădiri eventualele nepreluări de către rețeaua de canalizare a apelor provenite din precipitații. În tabelul 3.5.4 este indicat modul de stabilire a frecvenței de calcul a ploii pentru clădirile civile, social - culturale sau industriale.

Durata de calcul a ploii t se stabilește prin apreciere și se verifică prin calcul

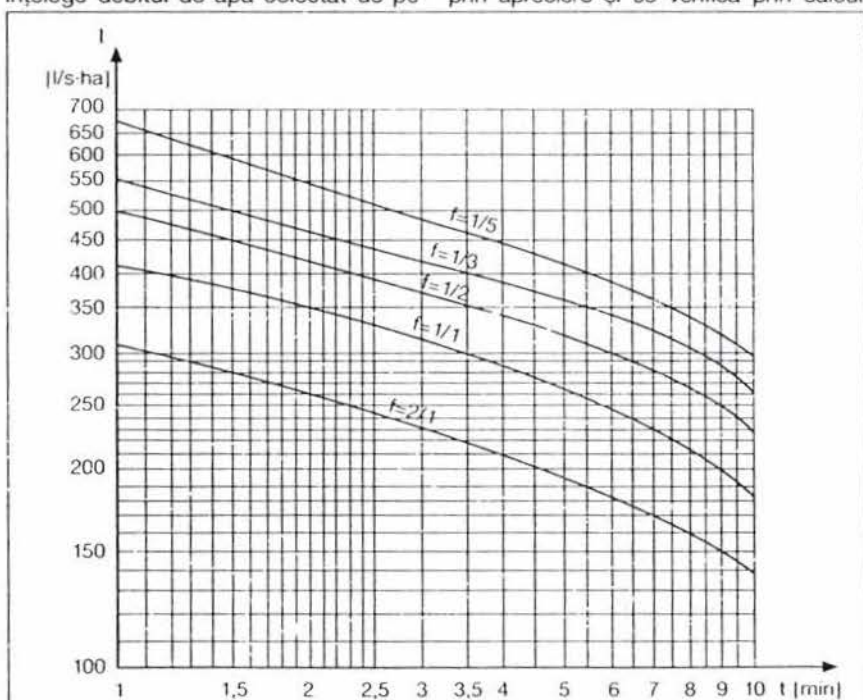


Fig. 3.5.9. Nomogramă pentru determinarea intensității ploii de calcul.

Tabelul 3.5.2. Debitul specific al receptoarelor de ape meteorice q_{SA} în cazul curgerii libere, în funcție de înălțimea h_s stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare, de modul de colectare a apelor meteorice și de diametrul D_n al receptorului (STAS 1795)

Tipul receptorului	Felul racordării receptorului la tubul de curgere	Modul de colectare a apelor	Dn [mm]	Racordarea la conductă										
				Orizontală					Verticală					
				Înălțimea stratului de apă h [cm]										
				5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	
				Debitul specific al receptorului q_{SR} [l/s]										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
tip I STAS 2742 pentru terase circulabile	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,80	2,05	3,30	4,30	-	1,00	2,50	4,00	5,30		
tip II STAS 2742 pentru acoperisuri necirculabile	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,00	
			150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,80	
		în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30	
			150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10	
cu parafrunzar din bare din oțel și plasă din sârmă	dreaptă	în puncte de cotă minima	100	2,50	4,60	6,30	7,70	8,90	3,10	5,60	7,70	9,40	10,80	
				125	2,90	5,10	7,00	8,80	10,20	3,50	6,30	8,60	10,70	12,40
				150	3,20	5,90	8,00	9,90	11,60	3,90	7,10	9,80	12,10	14,10
				200	4,00	7,10	9,80	12,10	14,20	4,90	8,70	11,90	14,70	17,30
	dreaptă	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,00	3,70	5,00	6,20	7,10	2,50	4,50	6,20	7,50	8,60	
				125	2,30	4,10	5,50	7,00	8,20	2,80	5,00	6,90	8,60	9,90
				150	2,60	4,70	6,40	7,90	9,30	3,10	5,70	7,80	9,70	11,30
				200	3,20	5,70	7,80	9,70	11,40	3,90	7,00	9,50	11,80	13,80
	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,90	
				125	3,40	6,30	8,80	10,80	12,30	4,20	7,80	10,80	13,10	14,90
				150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,60
				200	4,60	8,00	10,90	13,60	17,00	5,70	9,80	13,30	16,60	20,70
	conică	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30	
				125	2,70	5,00	7,00	8,60	9,80	3,40	6,30	8,60	10,50	11,90
				150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10
				200	3,70	6,40	8,70	10,90	13,60	4,60	7,80	10,60	13,30	16,80
cu parafrunzar din tablă perforată	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,65	1,50	2,50	3,30	-	0,80	1,80	3,00	4,00	-	

OBSERVAȚII:

- 1 - Punctele de cotă minimă sunt acelea de pe terase sau acoperișuri în care apa se colectează uniform din toate direcțiile.
- 2 - Doliile de pantă zero sau jgheaburile sunt puncte de pe acoperișuri în care apa se colectează, în principal, de pe 2 direcții.
- 3 - Prin racordare dreaptă sau conică se înțelege forma ștuțului de legătură a receptorului la tubul de curgere.
- 4 - Înălțimea stratului de apă se corelează cu sarcinile admise, luate în considerare la dimensionarea structurii acoperișului.

după alegerea diametrelor conductelor cu relația:

$$t = t_{cs} + \frac{l}{v} \quad [\text{min}] \quad (3.5.3)$$

în care:

- t_{cs} este timpul de adunare al apei de ploaie de pe suprafața receptoare și timpul de scurgere prin coloanele instalației interioare de canalizare pluvială [min];

- l - distanța cea mai mare pe care o parcurge apa de ploaie în conductele orizontale de canalizare până la secțiunea de control [m];

- v - viteza de curgere a apei în conductele orizontale de canalizare, corespunzătoare debitului maxim la curgerea cu nivel liber [m/min].

Viteza de curgere a apei se ia aproximativ 40...80 m/min, în funcție de materialul conductei.

La instalațiile interioare care colectează apele meteorice de pe o suprafață până la 3 ha, valoarea t nu trebuie să depășească 5 min.

La halele industriale cu suprafețe mari de 2...3 ha este necesar a se veri-

fica cu relația 3.5.3 durata critică efectivă a ploii de calcul, care poate depăși 5 min.

Cunoscând durata de calcul a ploii și frecvența de calcul a ploii, se poate stabili intensitatea ploii de calcul fie utilizând nomograma din figura 3.5.9 fie datele din tabelul 3.5.5.

3.5.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor meteorice

• **Alegerea tipurilor și determinarea numărului de receptoare de ape meteorice** Receptoarele de ape meteorice se aleg în funcție de caracteristicile hidraulice și funcționale ale acestora și de particularitățile constructive ale acoperișului sau terasei clădirii.

Cunoscând debitul specific al receptorului (tab. 3.5.2), q_{SR} , se poate deduce suprafața colectoare S_R , aferentă receptorului respectiv, astfel:

$$S_R = \frac{q_{SR}}{\varphi I} \quad [\text{m}^2] \quad (3.5.4)$$

în care φ este coeficientul de curgere a apei meteorice și I intensitatea de cal-

cul a ploii [l/s·m²].

În cazul în care amplasarea receptorului este impusă fie de configurația acoperișului, fie de panta jgheabului, în puncte de cotă minimă, numărul receptorilor este impus.

La amplasarea receptorilor de-a lungul unei dolii sau într-un jgheab fără pantă, numărul receptorilor se alege, din considerente economice, ținând seama de ansamblul receptor-coloană-colector, astfel ca acesta să asigure evacuarea apelor meteorice de pe întreaga suprafață S_I a acoperișului.

Numărul receptorilor, n este dat de relația:

$$n = \frac{S_I}{S_R} \quad (3.5.5)$$

cu precizarea că în condiții de siguranță în exploatare se prevăd minimum 2 receptoare de apă meteorice pentru acoperișul unei clădiri.

Pentru clădiri industriale, alegerea tipodimensiunilor și determinarea numărului de receptoare cu parafrunzar cilindric din sârmă, montat în mufa tubului de canalizare se poate face cu nomograma

Tabelul 3.5.4. Frecvența de calcul a ploii (STAS 1846)

Tipul de clădire	Frecvența admisă	Tipul de clădire	Frecvența admisă
- Clădiri civile și industriale situate în depresiuni la care există pericolul de pătrundere a apei meteorice din exterior la nivelul terenului	1/5	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperiș ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube mari la materialele depozitate	1/2
- Clădiri monumentale sau care adăpostesc valori mari (muzee, expoziții, biblioteci, palate de cultură etc.)	1/5	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperiș ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar nu ar putea provoca pagube mari	1/1
- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar putea conduce la pericol de explozii	1/5	- Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar pagubele nu ar putea fi prea mari	1/1
- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube la utilajele și materialele depozitate	1/3	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri nu poate pătrunde în interiorul clădirii	2/1
- Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube și dezagregamente mari (spitale, săli de spectacole, biblioteci)	1/3	- Canalizări exterioare pentru incinte care nu sunt situate în depresiuni	2/1

Tabelul 3.5.5. Intensitatea ploii de calcul [l/s·ha], pentru diferite durate și frecvențe (STAS 1846)

Durata ploii [min]	Frecvența ploii				
	2/1	1/1	1/2	1/3	1/5
2,0	260	345	415	465	545
2,5	240	330	385	435	505
3,0	230	310	370	420	480
3,5	220	295	355	400	460
4,0	210	285	340	385	440
4,5	200	275	330	370	420
5,0	195	260	320	360	410
6,0	180	245	300	340	385
7,0	170	230	280	320	360
8,0	160	215	265	305	340
9,0	150	200	250	290	320
10,0	140	190	235	280	300

Tabelul 3.5.6. Debiturile maxime evacuate prin coloanele de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează câte un singur receptor (STAS 1795)

Înălțimea coloanei H [m]	Diametrul interior [mm]					
	50	75	100	125	150	200
	q_c [l/s]					
1	2,0	3,8	7,1	11,2	16,8	33,0
3	2,5	4,7	8,4	13,0	19,2	40,0
6	3,0	5,6	9,7	15,1	22,5	46,2
12	3,9	6,8	11,5	17,5	26,7	54,2
16	4,3	7,5	12,3	18,9	28,4	58,2
24	5,0	8,5	14,0	21,8	32,0	64,3
45	5,8	9,6	15,5	23,8	35,5	68,8

Exemplu de calcul. Pentru: $q=7$ l/s, $H=3$ m, rezultă $d=100$ mm; $q=7$ l/s, $H=12$ m, rezultă $d=100$ mm;

din figura 3.5.10, iar pentru receptoare din fontă cu pânză și calotă semisferică, nomograma din figura 3.5.11.

În cazul montării receptoarelor de ape meteorice în igheaburi, debitele specifice ale receptoarelor se vor reduce cu 20 % având în vedere în acest caz particularitățile curgerii apei.

• **Dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice.** Diametrul coloanei de canalizare a apei meteorice, la care se racordează un singur receptor, se alege în funcție de înălțimea coloanei, astfel încât debitul de calcul q_c să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.6.

Pentru dimensionarea coloanelor cu diferite înălțimi, prevăzute cu un singur receptor de ape meteorice, se poate utiliza nomograma din figura 3.5.12, în care se intră pe ordonată cu valoarea debitului de calcul q_c [l/s] și se duce o paralelă cu axa absciselor până la intersecția cu curba corespunzătoare înălțimii H [m] a coloanei. Din punctul obținut se coboară o verticală și se citește pe axa absciselor valoarea diametrului necesar, care se rotunjește la valoarea diametrului standardizat, cel mai apropiat de diametrul necesar.

Diametrul coloanei de canalizare, care colectează ape meteorice de la 2 sau mai multe receptoare, racordate la o conductă orizontală montată la partea superioară a clădirii, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizontale astfel încât debitul de calcul q_c să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.7.

Diametrele tronsoanelor succesive care alcătuiesc conducta orizontală la partea superioară a clădirii, pentru racordarea receptoarelor de ape meteorice la coloană, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizon-

tale măsurate de la cel mai îndepărtat receptor față de coloană până la tronsonul de conductă care se dimensionează astfel încât debitul de calcul q_c pe tronsonul respectiv să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.7.

Diametrul coloanei se ia cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al conductei orizontale montate la partea superioară

a clădirii, la care sunt racordate receptoarele de ape meteorice.

Coloanele care se racordează la colectoare orizontale trebuie să aibă diametrul minim 100 mm, debitul de calcul fiind apropiat de debitul maxim din tabelele 3.5.6 și 3.5.7.

Pentru alte valori ale înălțimilor coloanelor sau ale lungimilor conductelor

EXEMPLUL 1

Ipoteze de calcul:

- intensitatea ploii de calcul $i=320$ l/s·ha;
- suprafața aferentă unui receptor $s=310$ m²;
- receptor racordat la coloane verticale;
- înălțimea stratului de apă $H=10$ cm.

Rezultă:

- debitul de calcul $q=9$ l/s;
- dimensiunea receptorului $\varnothing=200$ mm;

EXEMPLUL 2

Ipoteze de calcul:

- dimensiunea receptorului $\varnothing=100$ mm;
- înălțimea stratului de apă $H=10$ cm;
- intensitatea ploii de calcul $i=260$ l/s·ha;
- receptor racordat în igheaburi.

Rezultă:

- debitul de calcul $q=4,5$ l/s;
- suprafața aferentă unui receptor $s=194$ m².

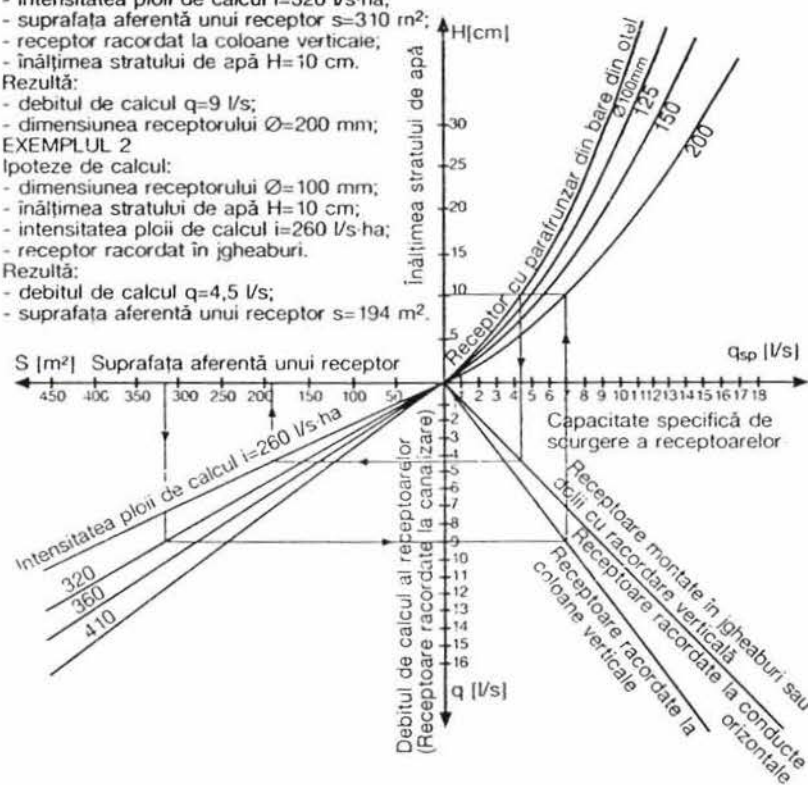


Fig. 3.5.10. Nomogramă pentru alegerea și dimensionarea receptoarelor cu parafrunzar cilindric din sârmă montat în mufa tubului din fontă.

Tabelul 3.5.7. Debitul maxim evacuat prin coloanele de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează colectoare montate la partea superioară a clădirii, prevăzute cu mai multe receptoare (STAS 1795)

D_i [mm]	50	75	100	125	150	200
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei $H=6$ m					
	q_c [l/s]					
6	4,0	7,2	12,0	17,0	25,5	52,0
12	4,6	7,8	12,5	18,0	27,0	54,5
18	4,7	8,4	13,0	19,0	28,0	57,0
30	5,3	9,6	14,5	21,5	31,0	62,0
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei $H=12$ m					
	q_c [l/s]					
6	5	7,5	14,5	22	32	64
12	5,5	8	15	23,5	33,5	67
18	6	9	16	24,5	35	70
30	7	10	18	27	37	76
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei $H=24$ m					
	q_c [l/s]					
6	5,8	9,5	15,5	25,0	36,5	79,0
12	6,3	10,3	17,3	27,0	40,0	82,0
18	6,8	11,5	18,5	29,0	42,5	86,0
30	7,8	12,0	20,5	32,0	47,0	95,0

L_{co} = Lungimea conductei orizontale
 D_i = Diametrul interior

Exemplu de calcul:

- Pentru:

$H=6$ m, $q_c=7$ l/s, $L_{co}=6$ m;

rezultă: $d_i=75$ mm; se alege $d_i=100$ mm ca diametrul receptorului

- Pentru:

$H=6$ m, $q_c=14$ l/s, $L_{co}=12$ m;

rezultă:

$d_i=125$ mm

- Pentru:

$H=6$ m, $q_c=21$ l/s, $L_{co}=18$ m;

rezultă:

$d_i=150$ mm

- Pentru:

$H=6$ m, $q_c=28$ l/s, $L_{co}=30$ m;

rezultă:

$d_i=150$ mm

EXEMPLUL 1

Ipoteze de calcul:

- intensitatea ploii de calcul $i=320$ l/s-ha;
- suprafața aferentă unui receptor $s=235$ m²;
- receptor racordat la coloane verticale;
- înălțimea stratului de apă $H=10$ cm.

Rezultă:

- debitul de calcul $q=6,80$ l/s;
- dimensiunea receptorului $\varnothing=100$ mm;

EXEMPLUL 2

Ipoteze de calcul:

- dimensiunea receptorului $\varnothing=150$ mm;
- înălțimea stratului de apă $H=10$ cm;
- intensitatea ploii de calcul $i=260$ l/s-ha;
- receptor racordat la conducte orizontale.

Rezultă:

- debitul de calcul $q=7,05$ l/s;
- suprafața aferentă unui receptor $s=300$ m².

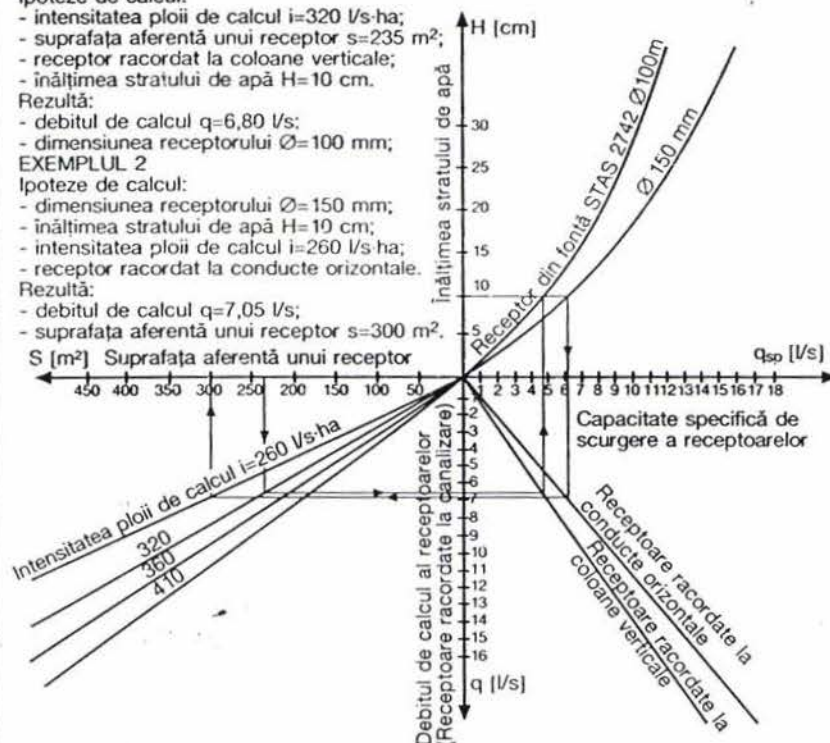
S [m²] Suprafața aferentă unui receptor

Fig. 3.5.11. Nomogramă pentru alegerea și dimensionarea receptoarelor din fontă cu pălnie și calotă semisferică.

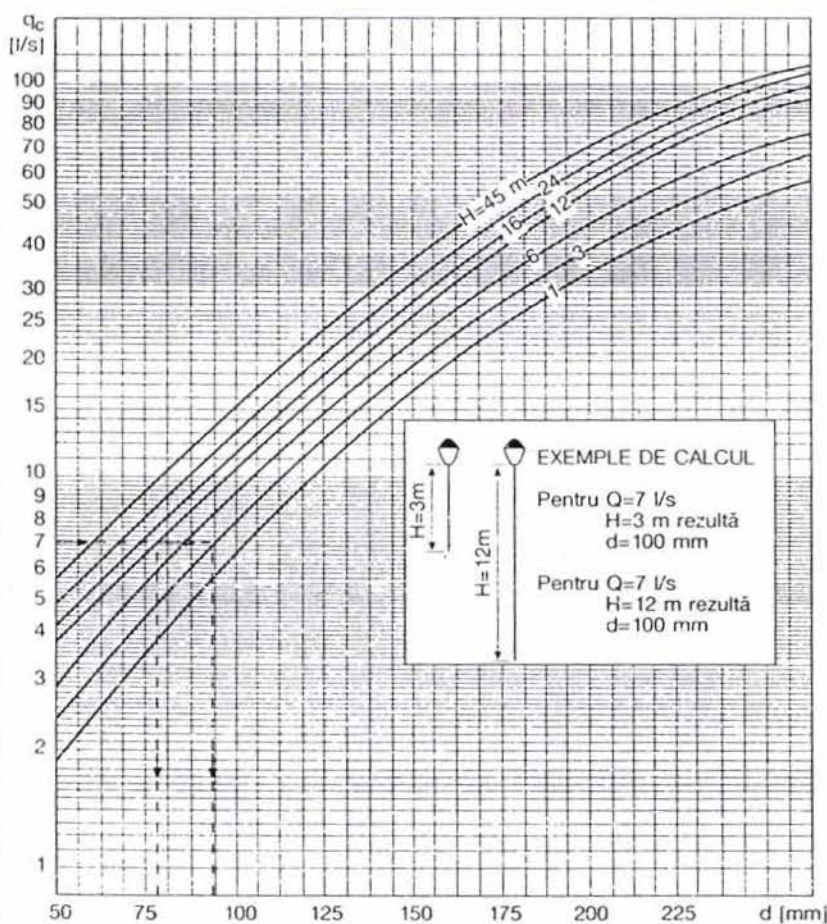


Fig. 3.5.12. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor având diferite înălțimi, cu un singur receptor.

orizontale montate la partea superioară a clădirilor, la care se racordează receptoare de apă meteorice altele decât cele din tabelele 3.5.6 și 3.5.7, debitele maxime se stabilesc prin interpolare.

Pentru dimensionarea coloanelor de canalizare și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană se pot utiliza nomogramele din figurile 3.5.13, 3.5.14 și 3.5.15, trasate pentru înălțimi ale coloanelor $H_c = 6,0$ m (fig. 3.5.13), $H_c = 12,0$ m (fig. 3.5.14) și $H_c = 24,0$ m (fig. 3.5.15).

În aceste nomograme se intră pe axa ordonatelor cu valoarea debitului de calcul q_c [l/s] se duce o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu curba $L=0$, de unde se coboară o verticală până la intersecția cu curba L [m] de valoare cunoscută (din configurația rețelei) și de aici se duce din nou o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu curba $L=0$, iar din punctul obținut se coboară o verticală, rezultând pe axa absciselor valoarea diametrului standardizat cel mai apropiat de diametrul necesar.

• **Dimensionarea conductelor orizontale colectoare de ape meteorice.** Se adoptă modelul curgerii cu nivel liber și se verifică, în unele cazuri, funcționarea rețelei la regimul de curgere sub presiune.

a) Cazul curgerii cu nivel liber. Diametrul preliminar al conductelor orizontale colectoare de ape meteorice se alege din condiția constructivă, cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al coloanei racordată la conducta orizontală respectivă.

Pantele normale și minime ale conductelor orizontale de canalizare a apelor meteorice sunt date în tabelul 3.3.14.

În conductele orizontale de canalizare a apelor meteorice se admite gradul de umplere maxim $u = 1,00$ (tab. 3.3.13).

Vitezele de curgere a apei trebuie să se încadreze între viteza minimă de autocurățire a conductei (0,5 m/s pentru canale deschise și rigole și 0,7 m/s pentru conducte închise) și viteza maximă (4 m/s pentru conducte metalice, din polipropilenă, polietilenă și PVC și 3 m/s pentru conducte din beton și azbociment).

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor meteorice cuprinde:

- întocmirea schemei de calcul a instalației;
- determinarea debitelor de calcul ale tronsoanelor de conducte orizontale; pentru tronsoanele succesive spre punctul de evacuare a apei în câminul exterior de canalizare, debitele se determină prin însumarea debitelor de calcul ale coloanelor racordate la conductele respective;
- în funcție de diametrul preliminar ales și ținând seama de condițiile constructive ale clădirii, se alege panta de montare, din tabelul 3.3.14;

- în funcție de natura materialului conductei, din tabelele 3.3.15 sau 3.3.16 pentru valorile diametrului și pantei rezultă debitul q_{sp} și viteza v_{sp} la curgerea cu secțiune plină a conductei;

- se calculează raportul x cu relația (3.3.36) și din nomograma din figura 3.3.30 rezultă gradul de umplere u și raportul z ;

- se verifică condiția: $v_{min} \leq v_r \leq v_{max}$ unde $v_r = z v_{sp}$ care, dacă nu este îndeplinită, se alege un diametru de conductă cu o dimensiune mai mare decât cel ales inițial și calculul se repetă până la îndeplinirea condiției.

b) Cazul curgerii sub presiune a apei meteorice în coloane și colectoare. Diametrul d_c al coloanelor de canalizare a apelor meteorice se determină cunoscând debitul de evacuare al receptorului q_R și viteza de curgere v_R :

$$q_R = \frac{\pi d_c^2}{4} v_R \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.5.6)$$

De unde:

$$d_c = \sqrt{\frac{2 q_R}{\pi v_R}} \quad [\text{m}] \quad (3.5.7)$$

Viteza de curgere v_R se calculează cunoscând înălțimea h admisibilă a stratului de apă de deasupra grătarului receptorului (fig. 3.5.16) din relația:

$$h = \frac{v_R^2}{2g} (1 + \sum \xi_R) \quad [\text{m}] \quad (3.5.8)$$

de unde:

$$v_R = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \sum \xi_R}} \quad [\text{m/s}] \quad (3.5.9)$$

în care $\sum \xi_R$ este suma rezistențelor locale ale receptorului de ape meteorice.

Înlocuind relația 3.5.9 în relația 3.5.7 se obține:

$$d_c = \sqrt{\frac{2 q_R}{\pi} \sqrt{\frac{1 + \sum \xi_R}{2gh}}} \quad [\text{m}] \quad (3.5.10)$$

Diametrul d_0 al colectoarelor (conducte orizontale) de canalizare a apelor meteorice se determină cunoscând debitul de calcul q_c al fiecărui tronson, care se obține însumând debitele coloanelor legate la el și viteza de curgere v_0 :

$$q_c = \frac{\pi d_0^2}{4} v_0 \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.5.11)$$

de unde:

$$d_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot q_c}{\pi \cdot v_0}} \quad [\text{m}] \quad (3.5.12)$$

Viteza de curgere v_0 se determină din relația (fig. 3.5.16):

$$\frac{v_0^2}{2g} \left(1 + \sum_{i=1}^k \xi_{oi} \right) = h + H_c + H_i \quad (3.5.13)$$

și înlocuind v_0 în relația 3.5.12 se obține:

$$d_0 = \sqrt{\frac{2 q_c}{\pi} \sqrt{\frac{1 + \sum_{i=1}^k \xi_{oi}}{2gH}}} \quad [\text{m}] \quad (3.5.14)$$

în care:

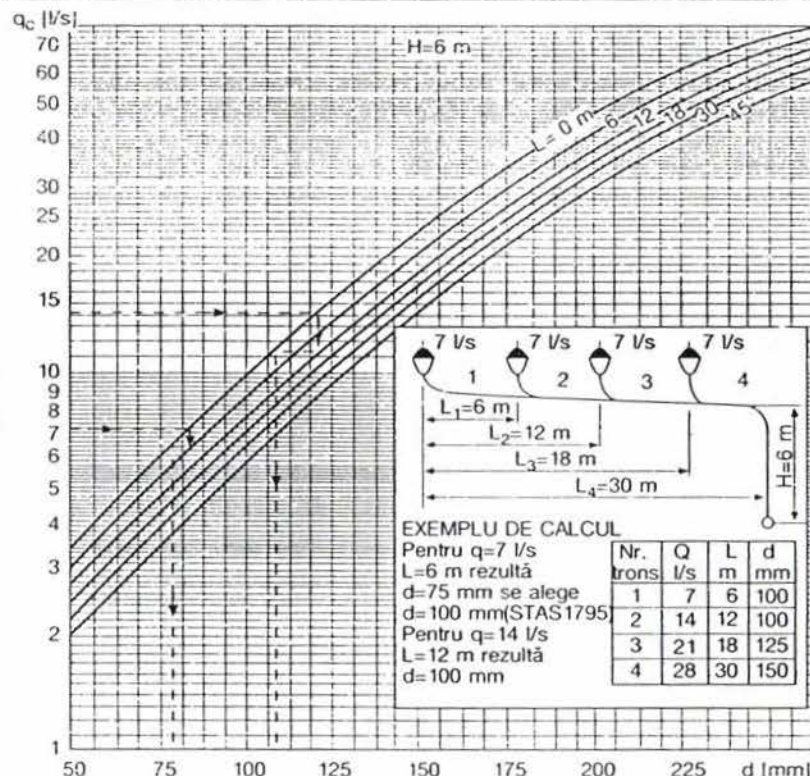


Fig. 3.5.13. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea $H = 6 \text{ m}$ și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

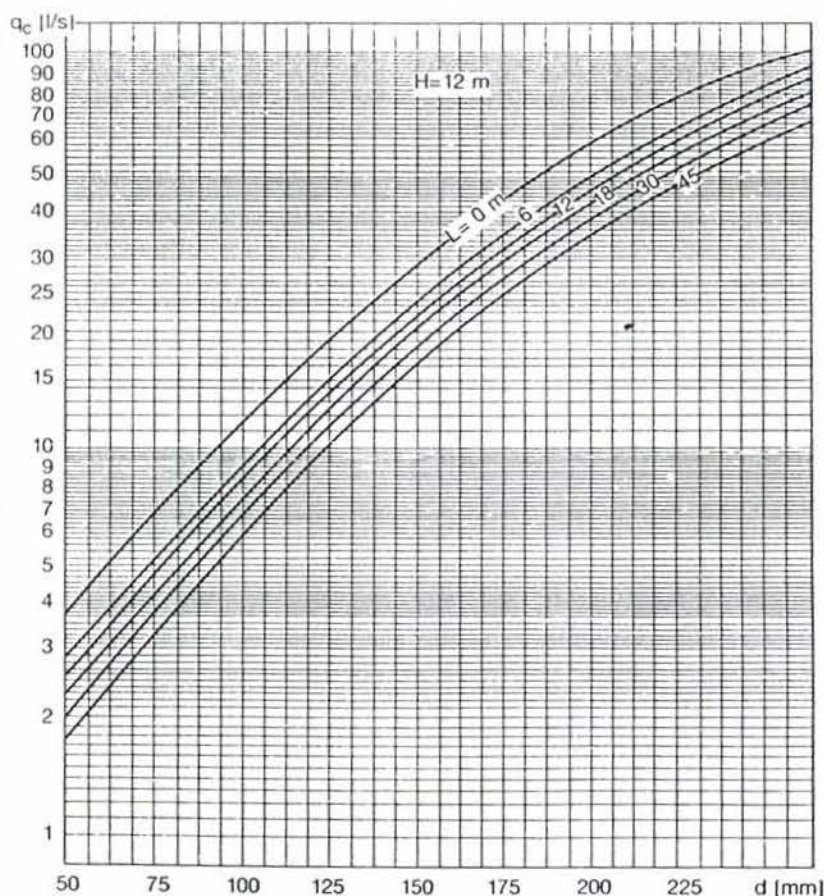


Fig. 3.5.14. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea $H = 12 \text{ m}$ și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

- $\sum_{i=1}^n \xi_{oi}$ - suma coeficienților rezistențelor locale;
 - g - accelerația gravitațională [m/s^2];
 - $H^* = h + H_c + H_i$ - sarcina hidrodinamică sub care are loc curgerea sub presiune, [kPa] sau [$m H_2O$] (fig. 3.5.16);
 - h - înălțimea stratului de apă deasupra receptorului [m];
 - H_c - înălțimea coloanei de canalizare [m];
 - H_i - înălțimea rezultată din panta de montare a conductei orizontale, [m].
- Viteza reală de curgere a apei în conducta orizontală de canalizare este:

$$v_r = \sqrt{2g(H^* - h_r)} \quad [m/s] \quad (3.5.15)$$

unde h_r este suma pierderilor totale de sarcină de la receptorul de ape meteorice până la secțiunea de calcul determinată cu relația:

$$h_r = h_n + h_{il} = il + \sum_{i=1}^n \xi_{oi} \frac{v_i^2}{2g} \quad [kPa] \quad (3.5.16a)$$

$$h_r = h_n + h_{il} = il + \sum_{i=1}^n \xi_{oi} \frac{v_i^2}{2g} \quad [mH_2O] \quad (3.5.16b)$$

în care:

- $h_n = il$ este suma pierderilor de sarcină liniare [kPa], [$m H_2O$];
 - i - pierderea de sarcină liniară unitară, [kPa/m], [$m H_2O/m$];
 - $v_i = \frac{4q_i}{\pi d_i^2}$ - viteza de calcul (teoretică) a apei în conducta orizontală de canalizare [m/s];
 - l - lungimea conductei [m].
- Se verifică condiția: $v_r \geq v_i$. În cazul

$v_r < v_i$, diametrul d_0 al conductei orizontale calculat cu relația 3.5.14 se alege cu o dimensiune mai mare, se recalculază viteza reală cu relația 3.5.15 și se verifică îndeplinirea condiției $v_r \geq v_i$.

• **Dimensionarea igheaburilor și burlanelor pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice.** Diametrul igheaburilor circulare se determină cu relația:

$$D = 7,771 \left(\frac{q^2}{i} \right)^{0,2} \quad [cm] \quad (3.5.17)$$

în care:

- q este debitul de calcul [l/s];
 - i - panta geometrică a igheabului.
- Suprafața minimă de acoperiș, în proiecție orizontală, pentru colectarea apelor meteorice, evacuată de un igheab, este:

$$S = \frac{18A}{l} \sqrt{Ri} \quad [m^2] \quad (3.5.18)$$

în care:

- A - aria secțiunii utile a igheabului [cm^2];
- $R = S/p$ - raza hidraulică a igheabului [cm];
- i - panta geometrică a igheabului;
- l - intensitatea de calcul a ploii [$mm/min \cdot m^2$].

Suprafața maximă de acoperiș, în proiecție orizontală, pentru colectarea apelor meteorice evacuată de la un burlan cu secțiunea circulară, este:

$$S = 1,435 \frac{A \sqrt{h}}{l} \quad [m^2] \quad (3.5.19)$$

unde:

- A este aria secțiunii burlanului [cm];
- h - înălțimea apei în igheabul racordat [cm];
- l - intensitatea de calcul a ploii [$mm/min \cdot m^2$].

Pentru burlane cu secțiunea pătrată se dreptunghiulară valoarea rezultată a aplicării relației 3.5.19 se majorează cu 30 %.

Diametrul ștufului de racordare de igheab la burlan, se calculează cu relația:

$$D = 7,35 \frac{q^{0,5}}{h^{0,25}} \quad [cm] \quad (3.5.2)$$

în care:

- q - este debitul de apă evacuat [l/s];
- h - înălțimea apei în igheab, la gura receptorului [cm].

Pentru burlane cu secțiunea pătrată, kura se majorează cu 10 %.

3.5.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice a unei clădiri de locuit având parter și 4 etaje (fig. 3.5.17). Se cunosc următoarele date: clădirea are terasă circulabilă având suprafața de 35 m^2 ; înălțimea stratului de apă admis deasupra receptorului este $h = 15$ cm; instalația se execută cu țevi din PVC.

Rezolvare. Pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice se folosesc două receptoare pentru terase circulabile (STAS 2742), suprafețele de calcul ale terasei care revin fiecărui receptor fiind de 200 m^2 respectiv 150 m^2 . Instalația are două coloane P_1 și P_2 (fig. 3.5.17) ambele cu înălțimea de 14 m. Ținând seama de categoria clădirii și de condiția ca apa de pe terasă nu poate pătrunde în interiorul clădirii, din tabelul 3.5.4 s-a ales frecvența de calcul a ploii de 2/1. S-a considerat durata de calcul a ploii de 5 min și din nomograma din figura 3.5.9 sau din tabelul 3.5.5a rezultat intensitatea ploii de $l = 195$ l/s.ha. Pentru terasă asfaltată, din

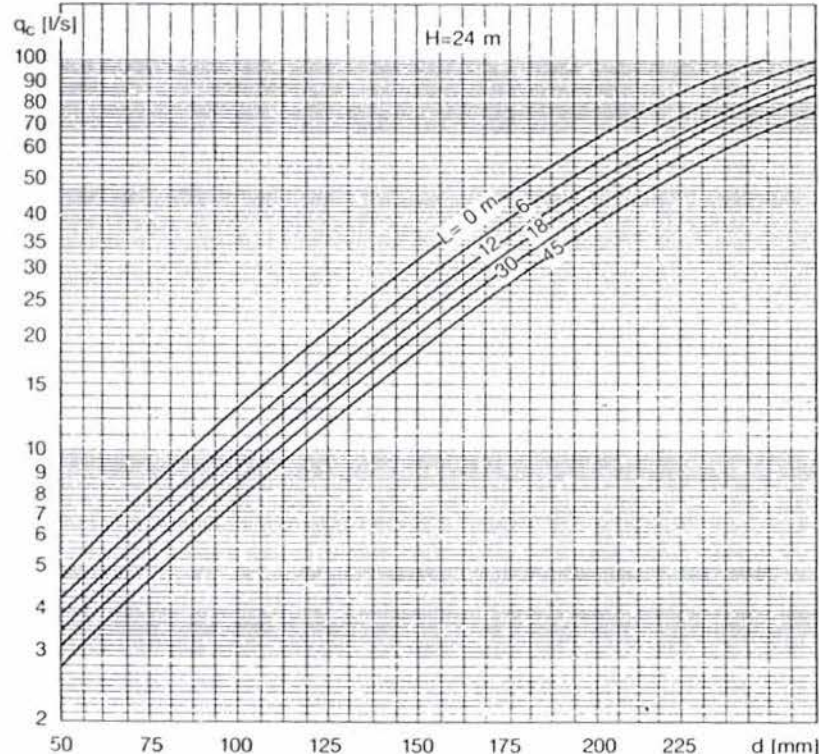


Fig. 3.5.15. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea $H = 24$ m și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

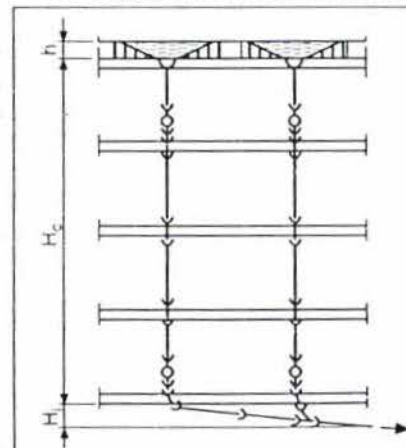


Fig. 3.5.16. Schemă de calcul pentru curgerea sub presiune a apelor meteorice în rețeaua interioară de canalizare.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice la o hală industrială tip parter având înălțimea de 6 m și dimensiunile în plan 36x48m (fig. 3.5.18). Se folosesc receptoare cu parafunzar din bare din oțel și plasă de sârmă (fig. 3.5.6e) montate în puncte de cotă minimă. Instalația se execută cu tevi din oțel, întrucât în hala industrială se desfășoară procese tehnologice cu degajări mari de căldură. Pardoseala halei este ocupată de utilaje tehnologice. Se consideră $\varphi = 0,9$ pentru coeficientul

Tabelul 3.5.8. Calculul hidraulic al instalației de canalizare a apelor meteorice, aferente unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 1, fig. 3.5.17)

Nr. tronson	S	I	φ	q _c	q _R	h	H _c	q _{ct}	Conducte verticale		Panta	d	v _{sp}	q _{sp}	x	u	z	v _r	Justificarea alegerii diametrelor
	[m ²]	[l/s-ha]		[l/s]	[l/s]	[cm]	[m]	[l/s]	q _{max} [l/s]	d [mm]		[mm]	[m/s]	[l/s]				[m/s]	
Coloana P ₁																			
R ₁	200	195	0,9	3,51	4,0	15	14,0	3,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Receptor pentru terase circulabile STAS 2742
l _v	-	-	-	-	-	-	-	3,51	14,4	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
l _o	-	-	-	-	-	-	-	3,51	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
Coloana P ₂																			
R ₂	150	195	0,9	2,63	4,0	15	14,0	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 _v	-	-	-	-	-	-	-	2,63	14,4	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 _o	-	-	-	-	-	-	-	2,63	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,19	0,29	0,80	1,24	
2	-	-	-	-	-	-	-	6,14	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,46	0,47	0,98	1,52	

Tabelul 3.5.9. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor meteorice aferente unei hale industriale tip parter (exemplul de calcul 2, fig. 3.5.18)

Nr. tronson	S	I	φ	q _c	q _{ct}	h	d _R	q _R	H _c	Colector superior			Coloana		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
	[m ²]	[l/s-ha]		[l/s]	[l/s]	[cm]	[mm]	[l/s]	[m]	L _i	q _{max}	d	q _{max}	d	Panta	d	v _{sp}	q	x	u	z	v _r	
										[m]	[l/s]	[mm]	[l/s]	[mm]		[mm]	[m/s]	[l/s]					[m/s]
Colectoarele I, V																							Receptor cu parafrunzar cu bare din oțel și plasă din sârmă cu racordare dreaptă montată în puncte de cotă minimă (tabel 3.24)
R ₁	36	320	0,9	1,03	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	1,03	-	-	-	6,0	12,0	12,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₂	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	3,10	-	-	-	6,0	24,0	13,6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₂	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	5,17	-	-	-	6,0	36,0	15,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₁	36	320	0,9	1,03	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4 _v	-	-	-	-	6,20	-	-	-	6,0	-	-	-	9,7	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 _o	-	-	-	-	6,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,015	100	0,81	6,45	0,96	0,74	1,21	0,98	
Colectoarele II, III, IV																							
R ₂	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	2,07	-	-	-	6,0	12,0	12,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₃	144	320	0,9	4,14	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	6,21	-	-	-	6,0	24,0	13,6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₃	144	320	0,9	4,14	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	10,35	-	-	-	6,0	36,0	15,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₂	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4 _v	-	-	-	-	12,42	-	-	-	6,0	-	-	-	15,1	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 _o	-	-	-	-	12,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,008	150	0,77	13,65	0,90	0,71	1,19	0,91	

stația de epurare a localității și mai departe în emisar.

Rețelele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri sunt delimitate de secțiunea de control, care este căminul de racord al incintei canalizate la colectorul rețelei publice de canalizare a localității.

Rețelele secundare de canalizare din ansambluri de clădiri se execută, în general, în sistem unitar. Sistemul separativ se adoptă, în anumite cazuri, pentru canalizarea apelor meteorice aferente halelor industriale.

Racordarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere, industriale și meteorice, care sunt concepute în sistem separativ, se face prin conducte distincte, în cămine exterioare de racord. De exemplu, pentru un ansamblu de clădiri de locuit (fig. 3.6.1), în fiecare cămin exterior de racord sunt evacuate din clădiri prin conducte separate apele uzate menajere, respectiv apele meteorice.

La rețeaua secundară exterioară de canalizare din ansambluri de clădiri se racordează și gurile de scurgere a apelor meteorice care sunt amplasate la rigole (fig. 3.6.1).

3.6.2. Materiale și echipamente utilizate la realizarea rețelilor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Canalele și conductele care alcătuiesc rețelele exterioare de canalizare trebuie să îndeplinească o serie de condiții de calitate, impuse de caracteristicile apelor uzate transportate, de structura și configurația terenului în care se montează etc.

Condițiile principale ce trebuie îndeplinite sunt:

- rezistență la sarcinile mecanice sau de altă natură la care sunt supuse;
- impermeabilitate, adică să nu permită infiltrația și exfiltrația;
- rezistență la agresivitatea apelor uzate transportate;
- rugozitate cât mai redusă.

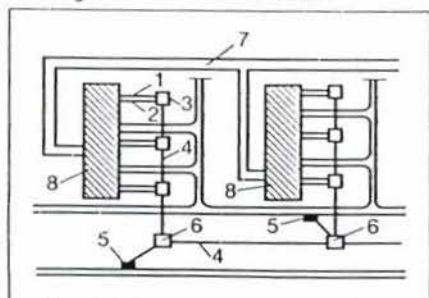


Fig. 3.6.1. Rețeaua de canalizare pentru un ansamblu de clădiri:

- 1 - racord pentru ape uzate menajere;
- 2 - idem, pentru ape meteorice;
- 3 - cămin de racord;
- 4 - canal colector secundar (de serviciu);
- 5 - gură de scurgere;
- 6 - cămin de vizitare;
- 7 - canal termic;
- 8 - clădire.

Pentru rețelele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri se utilizează, în general, tuburi de canalizare de secțiune circulară, din: beton simplu sau armat, materiale ceramice, gresie ceramică anti-acidă, materiale plastice (PVC, polietilenă, polipropilenă) și, mai rar, fontă și oțel (pentru subtraversări de obstacole).

Tuburile din beton simplu, cu secțiune circulară (fig. 3.6.2), sunt utilizate pentru ape uzate neagresive sau slab alcaline ($\text{pH}=8\ldots 10$); se fabrică cu diametre între 200 și 1000 mm. Îmbinarea tuburilor din beton se realizează fie cu mufe (fig. 3.6.2.a,b) fie cu cep și buză (fig. 3.6.2.c,d,e).

3.6.3. Construcții accesorii ale rețelilor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Rețeaua exterioară de canalizare cuprinde o serie de construcții accesorii, cum sunt: căminele de racord, de vizitare a rețelei, de rupere de pantă, de spălare etc., precum și guri de scurgere amplasate la rigolă. Acestea au rolul de a asigura evacuarea fără dificultăți a apelor uzate, în condițiile unor debite variabile și ale regimului de curgere cu nivel liber.

Căminele de racord ca și cele de vizitare (fig. 3.6.3) se pot executa din zidărie de cărămidă, din beton, tuburi din beton prefabricate sau tuburi din mase plastice. Secțiunile căminelor sunt standardizate, iar înălțimea lor variază în funcție de cota de montare a tuburilor de canalizare. Pentru accesul personalului de întreținere, în timpul exploatării rețelei, căminul este prevăzut cu o gură de acces închisă cu un capac metalic montat pe o ramă încastrată în beton, iar în interior sunt prevăzute o serie de trepte metalice fixate în peretele lateral.

Gurile de scurgere (fig. 3.6.4) sunt prevăzute cu depozit (la partea inferioară) pentru colectarea depunerilor prin sedimentare și sifon care are rolul de a împiedica ieșirea gazelor rău mirositoare din conducta de canalizare în atmosferă. Apele canalizate de rigolă intră în gura de scurgere prin capacul metalic prevăzut cu fante longitudinale.

În interiorul unor platforme industriale și pe căile mai puțin circulante, apele meteorice sunt canalizate prin rigole acoperite cu plăci perforate din beton.

Căminele de rupere de pantă (fig. 3.6.5) sunt construcții anexe care permit disiparea energiei apei, astfel încât viteza în canal să nu depășească valorile maxime admise. Aceste cămine realizează coborârea nivelului canalizării exterioare cu o cotă h variabilă în funcție de cota radierului canalizării din aval, cotele terenului etc. În interiorul căminului se montează uneori elemente pentru intensificarea disipării energiei apei uzate.

Căminele de spălare (fig. 3.6.6) servesc pentru curățarea rețelei exterioare de canalizare și sunt prevăzute în interior la intrarea și ieșirea apei uzate, cu câte o clapetă cu lanț pentru acționare.

În prima fază a procesului de spălare, accesul apei uzate în conducta de intrare este liber și cel din conducta de ieșire închis. Apele uzate se acumulează în cămin până la nivelul conductei de siguranță și apoi se deschide brusc clapeta conductei de ieșire, producând o curgere la secțiunea plină cu viteză mărită a apei uzate către avalul căminului. Se realizează astfel antrenarea impurităților depuse pe fundul canalelor.

Căminele de intersecție (fig. 3.6.7) se execută cu rigola amenajată corespunzător. Se recomandă racordarea a cel mult

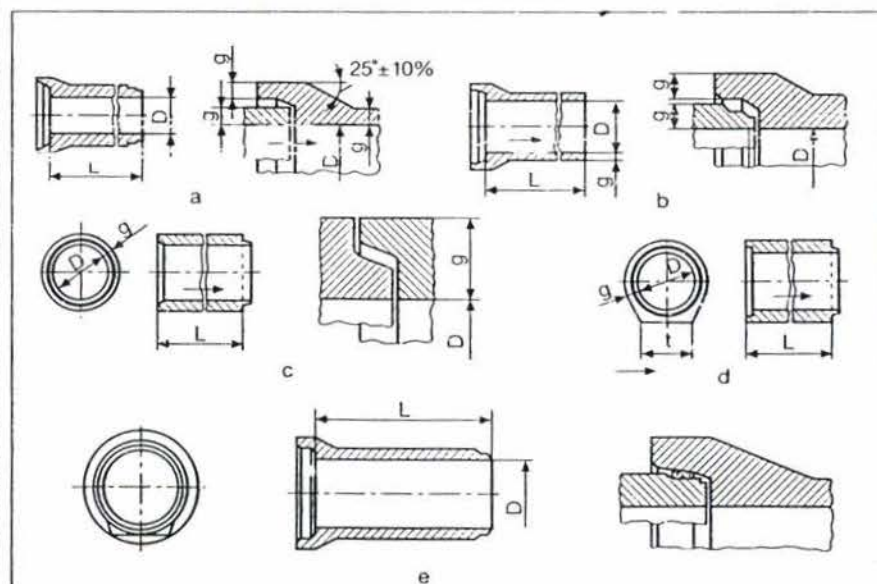


Fig. 3.6.2. Tuburi de canalizare din beton simplu, cu secțiune circulară:

- a - fără talpă, cu mufă, pentru îmbinări umede;
- b - idem, pentru îmbinări uscate;
- c - fără talpă, cu cep și buză;
- d - cu talpă, cu cep și buză;
- e - cu talpă, cu mufă.

3 canale într-un cămin de intersecție. Pentru canale cu diametre mai mari de 500 mm se prevăd camere de intersecție.

3.6.4. Dimensionarea conductelor rețelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

3.6.4.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele de ape de canalizare se determină ținând seama de: sistemul de canalizare adoptat (separativ, unitar sau mixt), în secțiunile caracteristice pentru rețeaua de canale.

• *Debitele racordurilor instalațiilor interioare la rețeaua exterioară secundară (stradală) de canalizare din ansambluri de clădiri, debitele de ape uzate menajere, tehnologice (cu suspensii) și de ape meteorice evacuate din interiorul clădirilor se determină cu relațiile 3.3.7, 3.4.1 și 3.5.1.*

Pentru calculul hidraulic al rețelei de canalizare a localității, aceste debite se consideră repartizate uniform pe suprafața bazinului de canalizare, dacă au valori sub 10 l/s, sau concentrate în anumite puncte ale rețelei de canalizare, dacă au valori peste 10 l/s.

• *Debite de calcul pentru sistemul de canalizare separativ.* Debitele de calcul pentru rețeaua de canalizare a apelor uzate se determină prin însumarea debitelor orare maxime pentru diferite categorii de ape uzate, care rezultă în diferitele secțiuni de calcul.

Debitele de calcul pentru rețeaua de ape meteorice se stabilesc, de regulă, prin metode raționale, admitându-se ca model o ploaie de calcul uniform distribuită pe întregul bazin de canalizare, cu intensitatea

constantă pe durata de concentrare superficială și de curgere prin canal.

La determinarea debitelor de ape meteorice se ține seama de: clasa de importanță a folosinței pentru care se realizează canalizarea; relieful și condițiile de curgere; permeabilitatea suprafețelor canalizate; necesitatea de apărare împotriva inundațiilor la ploi mai mari decât ploaia de calcul (pentru care sunt necesare justificări tehnicoeconomice).

Debitul de calcul pentru ape meteorice se stabilește luându-se în considerare numai debitul ploi de calcul Q_p [l/s], care se calculează cu relația:

$$Q_p = m \sum_{i=1}^n S_i \Phi_i \quad [\text{l/s}] \quad (3.6.1)$$

în care:

- m este coeficient adimensional de reducere a debitelor de calcul, care ține seama de capacitatea de înmagazinare în timp a canalelor și de durata t_a a ploi de calcul: $m=0,8$ pentru $t \leq 10$ min; $m=0,9$ pentru $t > 10$ min;

- S_i - aria suprafeței bazinului de canalizare aferent secțiunii de calcul [ha];

- Φ_i - coeficient de curgere aferent suprafeței S_i , care se calculează cu relația:

$$\Phi_i = \frac{q_c}{q_p} \quad (3.6.2)$$

- q_c - debitul de ape meteorice căzute pe suprafața S_i care ajunge în canal [l/s];

- q_p - debitul de ape meteorice căzute pe suprafața S_i [l/s];

- I - intensitatea normală a ploi de calcul în funcție de frecvența f și durata ploi de calcul t conform STAS 9470 [l/s-ha].

Valorile coeficientului de curgere Φ_i

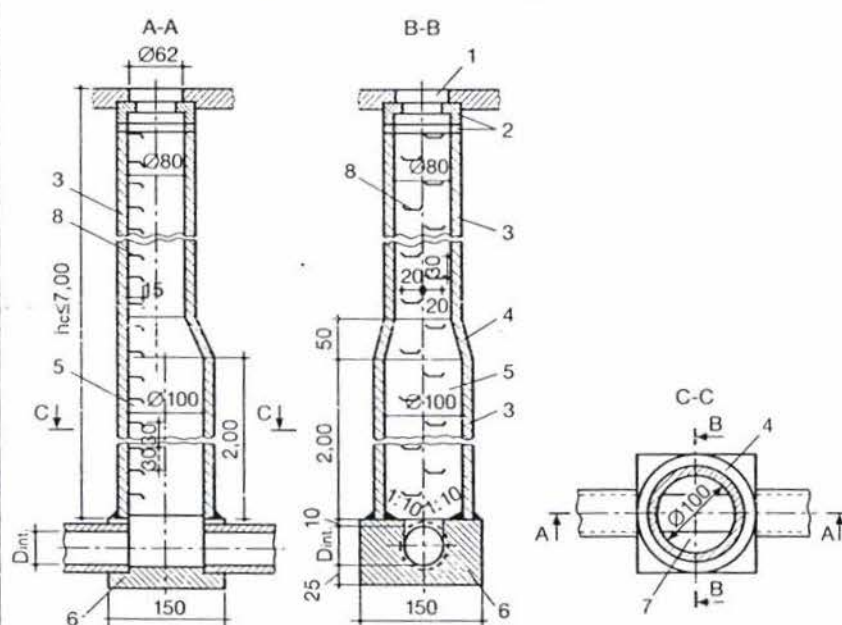


Fig. 3.6.3. Cămin de racord pentru canalizare:

1 - capac și ramă; 2 - piese pentru aducerea la cota; 3 - tub circular (coș de acces); 4 - piesă tronconică; 5 - cameră de lucru; 6 - fundație; 7 - banchetă; 8 - trepte de acces.

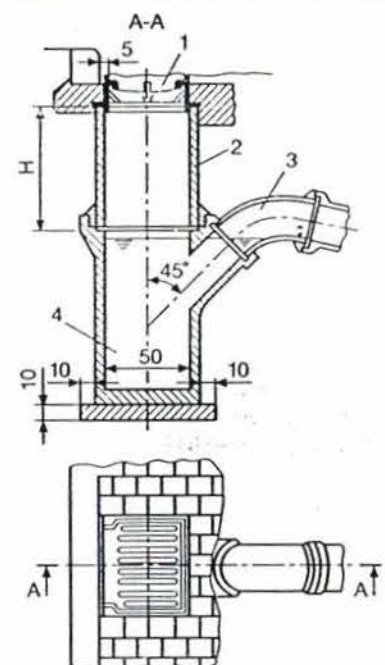


Fig. 3.6.4. Gură de scurgere cu depozit și sifon:

1 - grătar; 2 - corpul gurii de scurgere; 3 - cot simplu (sifon); 4 - depozit.

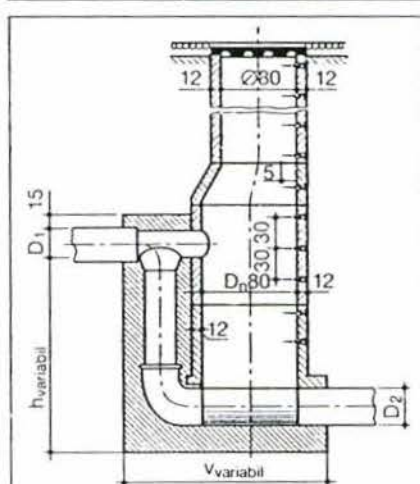


Fig. 3.6.5. Cămin de rupere de pantă.

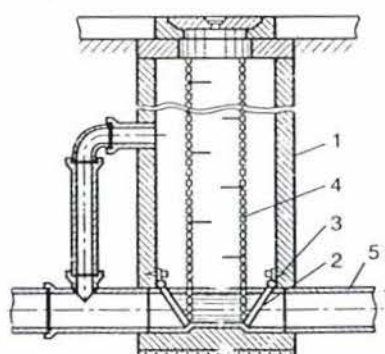


Fig. 3.6.6. Cămin de spălare a rețelei de canalizare:

1 - peretele căminului; 2 - clapetă; 3 - articulație; 4 - lant; 5 - tub de canalizare.

în funcție de natura suprafeței bazinului de canalizare, sunt indicate în tabelul 3.6.1.

Pentru întreaga localitate sau zonă industrială, agrozootehnică etc., sau pentru zone caracteristice care cuprind diferite tipuri de amenajare a suprafețelor bazinelor de canalizare, coeficientul de curgere, ϕ , se determină ca medie ponderată a valorilor din tabelul 3.6.1 cu suprafețele bazinelor de canalizare.

Frecvența normată a ploii de calcul f , în funcție de clasa de importanță a folosinței, este indicată în tabelul 3.6.2.

Durata ploii de calcul t se stabilește în secțiunea din avalul tronsonului de canal care se dimensionează, cu relațiile:

$$t = t_{cs} + \frac{L}{v_a} \quad [\text{min}] \quad (3.6.3)$$

- pentru canale incipiente:

$$t_i = t_{i-1} + \frac{L_i}{v_{ai}} \quad [\text{min}] \quad (3.6.4)$$

în care:

- t_{cs} este timpul de concentrare superficială (timpul în care apele meteorice ajung de la punctul de cădere cel mai în-

depărtat de pe suprafața considerată la cel mai apropiat canal) [min];

- L - lungimea tronsonului de canal incipient care se dimensionează [m];

- v_a - viteza apreciată de curgere a apei în canalul incipient, considerată pentru un prim calcul de 60...120 m/min. În cazul în care viteza la secțiune plină rezultată la dimensionarea canalului diferă cu mai mult de $\pm 20\%$ față de viteza apreciată inițial, calculul se reface adoptând o nouă viteză, egală cu viteza la secțiune plină rezultată, până când se verifică condiția de mai sus;

- t_i - durată ploii de calcul în secțiunea i situată în avalul tronsonului de canal care se dimensionează [min];

- t_{i-1} - durată ploii de calcul în secțiunea $i-1$ situată în avalul tronsonului de canal dimensionat anterior [min];

- L_i - lungimea tronsonului de canal care se dimensionează [m];

- v_{ai} - viteza apreciată de curgere a apei în canalul care se dimensionează [m/min]; ea trebuie astfel aleasă încât să nu difere cu mai mult de $\pm 20\%$ de viteza la secțiune plină rezultată din dimensionarea canalului respectiv [m/min].

Timpul de concentrare superficială t_{cs} este în funcție de panta și natura suprafeței de colectare a apei, de densitatea construcțiilor, de lungimea parcursului de la punctul de cădere a apei de ploaie până la cel mai apropiat canal, de intensitatea și durata ploii, de capacitatea de reținere a apei în depresiuni etc.

Timpul de concentrare superficială se alege după cum urmează (valorile minime considerându-se pentru pante mari ale terenului, iar valorile maxime pentru terenuri plate):

- zone cu densitate mare a construcțiilor, cu suprafețe de colectare asfaltate sau pavate, unde apa de ploaie se scurge practic în canale, $t_{cs} = 0,5...3,5$ min;

- zone cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de colectare asfaltate sau pavate, alternând cu zone de spațiu verde, cel mai apropiat canal fiind la mai mult de 20...30 m de suprafața de cădere a apei de ploaie, $t_{cs} = 3...5$ min;

- zone cu densitate mică a construcțiilor, în zone cu caracter rural, cu suprafețe de colectare nepavate, $t_{cs} = 5...10$ min;

- zone rezidențiale, cu teren plat, străzi și pietre largi, cu mult spațiu verde amenajat, alei din pietriș etc., $t_{cs} = 10...15$ min.

Dacă durata ploii de calcul, t sau t_i , stabilită cu relațiile 3.6.3, sau 3.6.4 rezultă mai mică decât: 5 min în zone de munte (pante medii $\geq 0,5\%$), 10 min în zone de deal (pante medii între $0,2\%$ și $0,5\%$), 15 min în zone de șes (pante medii $\leq 0,2\%$) la determinarea intensității ploii de calcul se adoptă următoarele durate minime: 5 min pentru zone de munte, 10 min pentru zone de deal și 15 min pentru zone de șes.

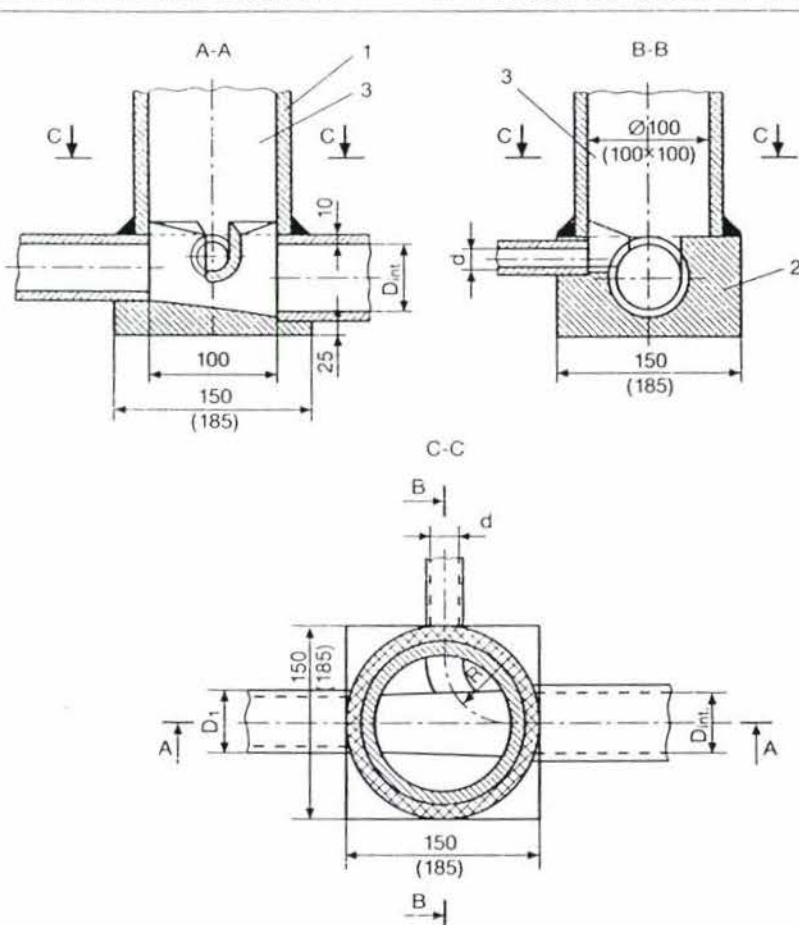


Fig. 3.6.7. Cămin de intersecție:

1 - tub circular; 2 - fundație; 3 - cameră de lucru.

Tabelul 3.6.1. Valorile coeficientului de curgere ϕ (STAS 1846)

Natura suprafeței	Coeficientul de curgere
Învelitori metalice din ardezie, țiglă, sticlă	0,95
Terasasfaltate	0,85...0,90
Pavaje din asfalt, din piatră sau alte materiale, cu rosturi umplute cu mastic	0,80...0,85
Pavaje din piatră cu rosturi umplute cu nisip	0,60...0,70
Drumuri din piatră spartă (macadam)	0,25...0,50
Drumuri petruite	0,15...0,30
Terenuri de sport, grădini	0,10...0,20
Incinte și curți nepavate, neînierbate	0,15...0,25
Terenuri agricole	0,05...0,15
Parcuri și suprafețe împădurite	0,05...0,10

OBSERVAȚII:

1. În cazul bazinelor de canalizare cu pante mari, se adoptă valorile maxime ale coeficientului de curgere.
2. Coeficientul de curgere se poate lua în mod diferențiat, pe etape de dezvoltare a localităților și industriilor.

Debitul de calcul al apei de ploaie, într-o secțiune i , rezultă din luarea în considerare a traseului pentru care se obține cea mai mare valoare a duratei ploii de calcul t_i , pornind de la extremitatea amonte a canalului. În cazuri speciale, condiționate de caracteristicile zonei canalizate, cum sunt: forma bazinului, mărirea coeficientului de curgere, poziția unor afluențe de apă la suprafață etc., se au în vedere situațiile care conduc la debite maxime, chiar dacă acestea nu corespund întregii suprafețe a zonei.

Debitul determinat într-o secțiune oa-

recare i este mai mare sau cel puțin egal cu debitul determinat în secțiunea imediat amonte $i-1$.

• **Debite de calcul pentru sistemul de canalizare unitar.** Se stabilesc prin însumarea debitelor de ape uzate menajere, determinate cu relația 3.3.6, a debitelor de ape uzate tehnologice (cu suspensii) determinate cu relația 3.4.1 și de ape meteorice, determinate cu relația 3.5.1.

În cazul particular, al unor ansambluri mici de clădiri, la care, prin sistematizarea verticală, nu sunt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe

suprafața terenului, debitul de calcul pentru rețeaua de canalizare exterioară în sistem unitar, se poate determina prin însumarea debitelor de ape uzate menajere calculate cu relația 3.3.7, de ape uzate tehnologice determinate cu relația 3.4.1 și de ape meteorice calculate cu relația 3.5.1.

3.6.4.2 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Conductele rețelei exterioare de canalizare se dimensionează ținând seama de: panta de montare, panta terenului, gradul

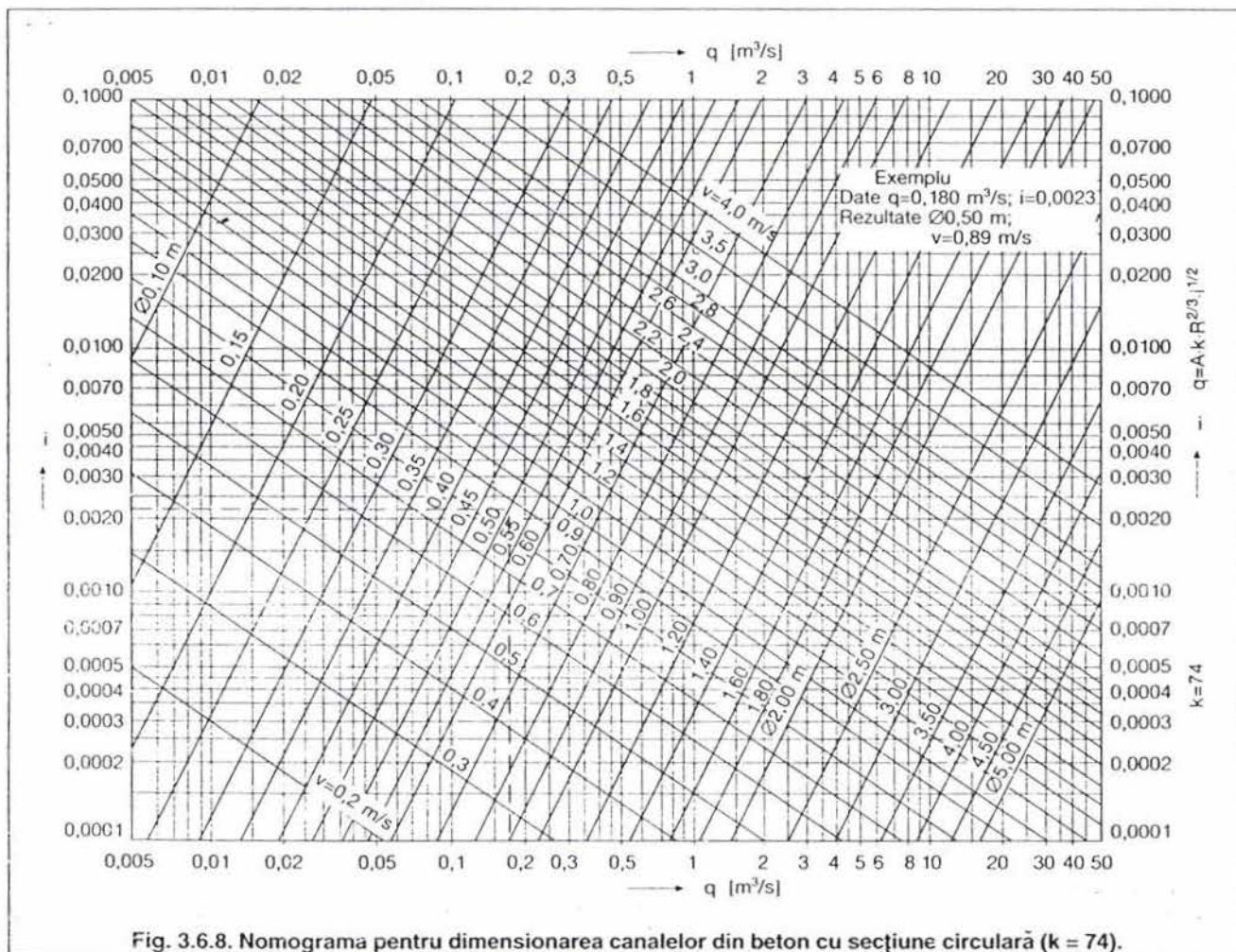


Fig. 3.6.8. Nomograma pentru dimensionarea canalelor din beton cu secțiune circulară ($k = 74$).

Tabelul 3.6.2. Frecvența normată a ploii de calcul f , în funcție de clasa de importanță a folosinței (STAS 1846)

Clasa de importanță a folosinței care se canalizează (conform STAS 4273)	Unități cu caracter economic (industriale, agrozootehnice etc.)	Unitate cu caracter social (pentru populație, cartiere etc.)
I	1/5	1/3... 1/5
II	1/3... 1/2	1/2... 1/1
III	1/2... 1/1	1/1... 2/1
IV	1/1... 2/1	2/1
V	2/1	2/1

OBSERVAȚII:

1. La alegerea valorilor frecvențelor normate se vor adopta frecvențele mai mici pentru unitățile industriale sau centrele populate mai importante.
2. La propunerea proiectantului și cu acordul beneficiarului, pe baza unor calcule tehnicoeconomice justificate, se pot stabili și alte frecvențe decât cele din tabel.

Tabelul 3.6.3. Gradele de umplere u , maxime admise pentru ape uzate menajere canalizate prin procedeul separat

H [mm]	u
Până la 450	0,70
500... 900	0,75
peste 900	0,80

OBSERVAȚII:

1. Gradul de umplere este raportul dintre înălțimea apei în canal (h) și înălțimea interioară a canalului (H).
2. La proiectare se vor alege p-ofilul și dimensiunile colectorului care conduc la gradul de umplere cel mai mare, fără a depăși valorile din tabelul 3.3.13.

de umplere maxim admis și rugozitatea suprafețelor interioare ale tuburilor de canalizare, astfel încât viteza medie a apei la curgerea cu nivel liber să fie mai mare (cel puțin egală) decât viteza minimă de autocurățire și mai mică decât viteza maximă admisă.

Pantele normale și minime de montare, în funcție de natura apei uzate, pentru diametre ale conductelor sunt date în tabelul 3.3.14. Panta canalelor trebuie astfel aleasă, încât la trecerea debitului maxim orar al apelor uzate - cu excepția celor neimpurificate - să se realizeze viteza minimă de autocurățire, $v_{min} = 0,7$ m/s. Pe traseele cu pante mari, unde s-ar putea depăși vitezele maxime admisibile, se prevăd cămine de rupere de pantă sau dispozitive asemănătoare.

Pentru procedeul separativ, gradul de umplere u , maxim admis pentru ape uzate menajere, este indicat în tabelul 3.6.3.

Pentru sisteme unitare și sisteme separative de ape meteorice, gradul de umplere la debitul orar maxim se ia $u \leq 0,95$.

Vitezele maxime admise v_{max} sunt: în canale închise din sisteme separative, 5 m/s pentru tuburi din beton armat și 3 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie ceramică, policlorură de vinil, azbociment și poliesteri armați cu fibră din sticlă; în

canale închise în sisteme unitare, 8 m/s pentru tuburi din beton armat și 5 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie, policlorură de vinil, azbociment și poliesteri armați cu fibră din sticlă.

Pentru calculul hidraulic al conductelor exterioare de canalizare se folosesc nomogramele din figura 3.6.8 pentru tuburi din beton cu secțiune circulară și din figura 3.6.9 pentru tuburi din gresie ceramică, bazalt sau fontă. Aceste nomograme au fost trasate pe baza relației:

$$q = Ak \cdot R^{3/2} \cdot i^{1/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.5)$$

în care:

- q este debitul de calcul $[\text{m}^3/\text{s}]$;
- A - aria secțiunii de curgere $[\text{m}^2]$;
- k - coeficient care depinde de materialul folosit ($k = 74$ pentru canale din beton și $k = 83$ pentru canale din fontă, bazalt, gresie ceramică);
- R - raza hidraulică $[\text{m}]$;
- i - panta radierului canalului.

Diametrele conductelor se determină din condiții constructive și hidraulice. Condițiile constructive constau în alegerea preliminară a diametrului incipient al rețelei, care (conform STAS 3051) se recomandă să fie: de minimum 300 mm pentru canale circulare în sisteme de canalizare unitare și respectiv, separative pentru ape meteorice, și de 250 mm pentru celelalte ape uzate în sisteme separative.

De asemenea, condițiile constructive impun ca diametrul unui tronson oarecare al rețelei de canalizare, să fie mai mare sau cel puțin egal cu diametrul tronsonului precedent.

Condițiile hidraulice constau în verificarea relațiilor:

$$U \leq U_{max} \quad (3.6.6)$$

$$\text{și } v_{min} \leq v \leq v_{max} \quad (3.6.7)$$

În acest scop se calculează raportul $x = q/q_{sp}$ între debitul de calcul q și debitul de curgere cu secțiune plină q_{sp} , în care q_{sp} se determină cu nomograma din figura 3.6.8, pentru conducte din beton cu secțiunea circulară sau, figura 3.6.9, pentru tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică.

Cu nomograma din figura 3.3.30 pentru canale circulare se determină u și z . Se verifică relația 3.6.6; dacă $u > U_{max}$ se alege un diametru cu o dimensiune mai mare decât cel preliminar ales și se reia calculul până la îndeplinirea condiției 3.6.6.

Cunoscând valoarea $z = v/v_{sp}$ în care viteza la curgere cu secțiune plină v_{sp} rezultă din nomogramele redată în figura 3.6.8, pentru conducte din beton, sau figura 3.6.9, pentru tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică, se calculează $v = z v_{sp}$ și se verifică relația 3.6.7; dacă $v < v_{min}$ se modifică panta de montare a conductei

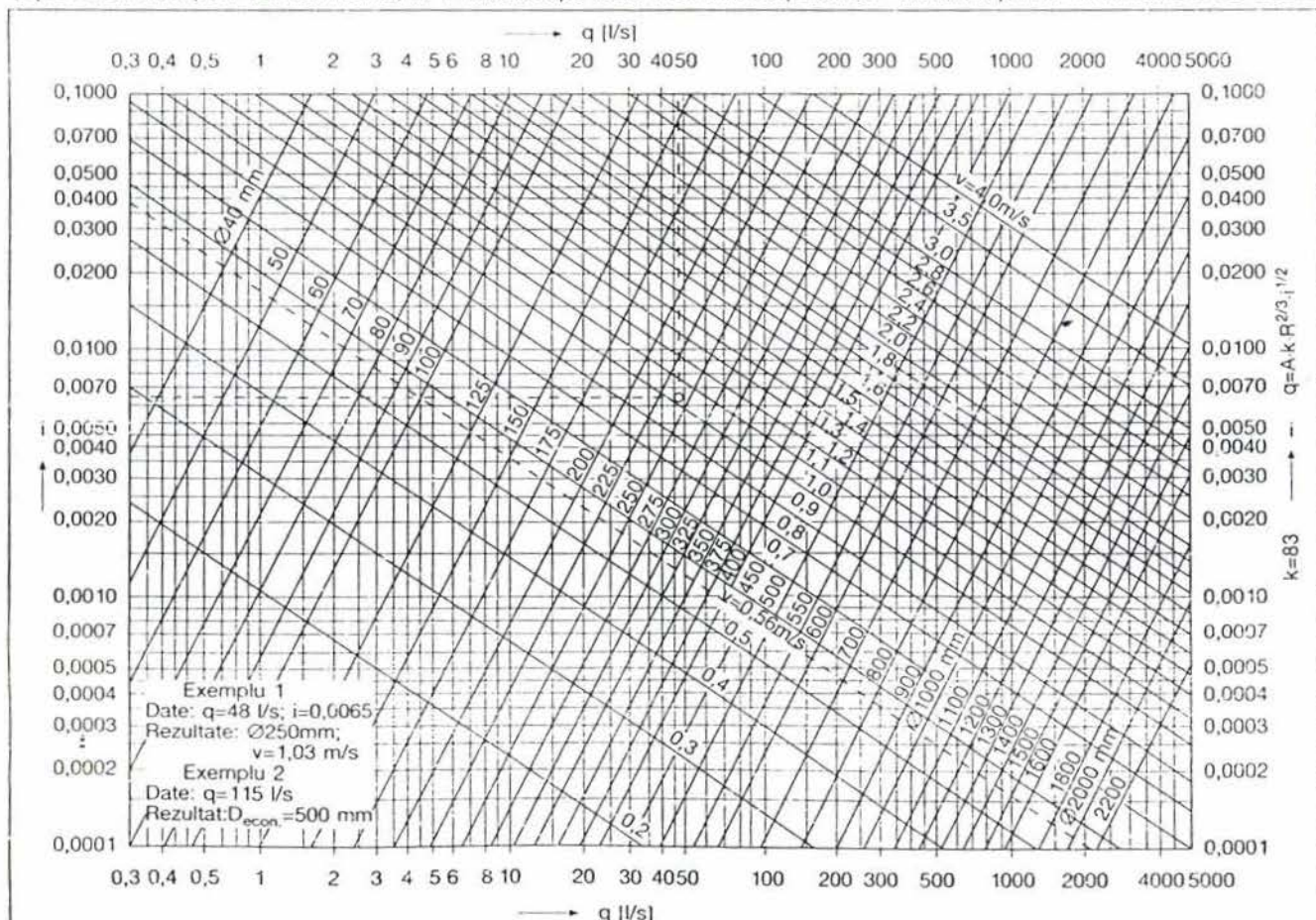


Fig. 3.6.9. Nomograma pentru dimensionarea canalelor din tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică, cu secțiune circulară ($k = 83$).

și se reia calculul până la verificarea relației 3.6.7.

Pentru conductele de canalizare exterioră din sistemul unitar, dimensionate după metodologia de mai sus se verifică îndeplinirea condițiilor hidraulice 3.6.6 și 3.6.7 și în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

3.6.4.3 Dimensionarea gurilor de scurgere

Se recomandă amplasarea gurilor de scurgere de fiecare parte a străzii la intervale de 30...50 m, revenind pentru o gură de scurgere 500...700 m².

Calculul se efectuează cu următoarele relații:

$$Q = 2 \cdot A \cdot H_0^{0.5} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.8)$$

pentru:

$$H_0 = \frac{v^2}{2g} < 1,33 \frac{A}{L} \quad [\text{m}] \quad (3.6.9)$$

respectiv:

$$Q = 2 \cdot A \cdot H_0^{0.5} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.10)$$

pentru:

$$H_0 \geq 1,33 \frac{A}{L} \quad [\text{m}] \quad (3.6.11)$$

în care:

- H_0 este adâncimea admisibilă a apei în rigole [m];

- v - viteza apei în vecinătatea gurii de scurgere [m/s];

- A - suprafața golurilor grătarului [m²];

- L - lungimea frontului de deversare, egal cu perimetrul grătarului [m].

3.6.4.4 Dimensionarea deversoarelor

Deversoarele sunt construcții prin intermediul cărora canalele colectoare în sistem unitar se descarcă parțial de apele de ploaie.

Debitul în canalul amonte:

$$Q_{am} = Q_{pl} + Q_{uz} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.12)$$

Debitul evacuat în canalul aval:

$$Q_{av} = n Q_{uz} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.13)$$

în care:

- Q_{am} este debitul de apă în amonte;

- Q_{av} - debitul de apă în aval;

- Q_{pl} - debitul de calcul al apelor pluviale;

- Q_{uz} - debitul orar al apelor uzate pe timp uscat, calculat conform STAS 1846;

- $n = 5$ - descărcarea în cuprinsul localităților;

- $n = 2$ - descărcarea înaintea stației de epurare.

Lungimea totală de deversare:

$$L = \frac{Q_{dev}}{\frac{2}{3} \mu \sqrt{2gh_m}} \quad [\text{m}] \quad (3.6.14)$$

în care:

- L - lungimea totală a deversorului [m];

- Q_{dev} - debitul de apă deversată în emisar, fără epurare [m³/s];

- $h_m = (h_{am} + h_{av})/2$ - înălțimea medie a lamei deversante [m];

- h_{am}, h_{av} - înălțimea lamei deversante în secțiunile amonte, aval [m];

- μ - coeficient de debit, având valorile: coronament rotunjit: $\mu = 0,70 \dots 0,85$; coronament rectangular cu muchii vii, $\mu = 0,63 \dots 0,68$; coronament lat și rectangular, $\mu = 0,57 \dots 0,63$.

3.6.4.5 Dimensionarea bazinelor de retenție

Bazinele de retenție sunt construcții pentru reținerea pe timp limitat a apelor pluviale sau ale amestecului de ape uzate cu ape meteorice. Descărcarea bazinelor de retenție se poate face prin:

- curgere liberă la nivelul corespunzător debitului maxim al emisarului;

- pompare, în funcție de capacitatea rețelei publice de canalizare din aval.

Debite de calcul:

$$Q_c = Q_{dev} - Q_{av} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.15)$$

$$Q_{dev} = (Q_{pl} + Q_{uz}) - n Q_{uz} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.6.16)$$

în care: Q_{dev}, Q_{av} au semnificația de la

relațiile 3.6.13 și 3.6.14.

Capacitatea de înmagazinare a bazinelor de retenție pentru apele pluviale:

$$V = K \cdot Q_c \cdot T_c \quad [\text{m}^3] \quad (3.6.17)$$

în care:

- V este capacitatea de înmagazinare a bazinelor de retenție;

- Q_c - debitul apelor pluviale și uzate la intrarea în bazin [m³/s];

- T_c - timpul ploii de calcul până la intrarea în bazin [s];

- K - coeficient adimensional având valoarea în funcție de $\alpha = Q_{av}/Q_c$.

3.6.5. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Profilul longitudinal (fig. 3.6.10) reprezintă o secțiune verticală efectuată prin axa conductei exterioare de canalizare, între două puncte bine definite (de regulă, două cămine de canalizare).

Pentru trasarea profilului longitudinal al conductelor rețelei exterioare de canalizare, sunt necesare următoarele date:

- configurația (traseele) și lungimile conductelor rețelei, precum și amplasarea tuturor căminelor de canalizare, conform planului de situație al ansamblului de clădiri;

- cotele terenului natural (existente înainte de începerea lucrărilor) și ale terenului amenajat;

- diametrele și pantele de montare a conductelor exterioare de canalizare (stabilite prin calculul hidraulic al rețelei);

- cotele de ieșire din clădiri și diametrele conductelor interioare de canalizare;

- traseele și cotele celorlalte rețele exterioare (de alimentare cu apă, gaze naturale, combustibile, canale termice, cabluri electrice etc.) cu care se intersectează traseele rețelei de canalizare, precum și cotele punctelor obligate pentru traseul rețelei de canalizare (subtraversări, denivelări etc.).

Profilul longitudinal se reprezintă grafic într-un sistem de axe rectangulare de coordonate având pe abscisă distanțele dintre puncte redactate la scala 1:500 sau 1:1000 (de regulă, la scala planului de situație al ansamblului de clădiri), și pe ordonată cotele punctelor, redactate la scala 1:50.

Sub axa absciselor se înscriu într-un tabel datele necesare întocmirii profilului longitudinal al rețelei exterioare de canalizare (fig. 3.6.10).

Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare este necesar proiectantului pentru stabilirea cotelor tuburilor de canalizare, a volumului de săpătură și a documentației economice a proiectului, iar executantului pentru realizarea instalației exterioare de canalizare.

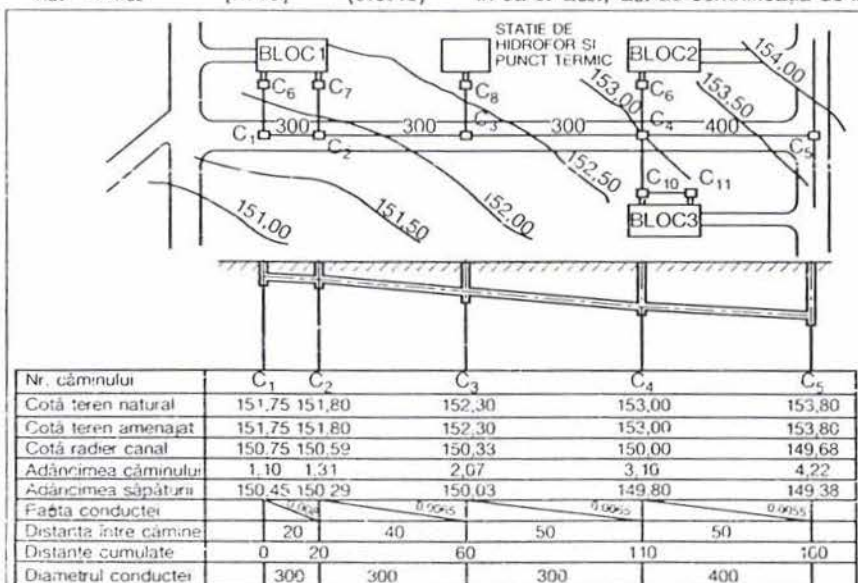


Fig. 3.6.10. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare pentru un ansamblu de clădiri.

3.6.6. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare, în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri amplasat în orașul Oțenița. Pe schema de calcul din figura 3.6.11 sunt notate: lungimile tronsoanelor L [m], suprafața construită S_c [m²], și numărul de apartamente. Numărul de persoane pe apartament este 2,5 și consumul specific de apă este de 180 l/zi, persoană. În tabelul 3.6.4 sunt indicate ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente fiecărei guri de scurgere GS, în care S_v [m²] este suprafața spațiilor verzi și S_d [m²], suprafața drumurilor și platformelor asfaltate. Ansamblul de clădiri se încadrează în clasa II de importanță a folosinței, pentru care frecvența normală a ploii de calcul $f = 1/2$ (tab. 3.6.2). Timpul de concentrare superficială $t_{cs} = 5$ min pentru zonă cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de scurgere asfaltate alternând cu zone verzi. Panta medie a terenului este 0,2 %. Rețeaua de canalizare se execută cu tuburi din beton simplu, de secțiune circulară

Rezolvare. Calculul hidraulic al traseului principal $C_1 \dots CR$ este redat în tabelul 3.6.5; în coloanele 1, 2 și 3 se trec tronsoanele de calcul, lungimile fiecărui tronson, respectiv lungimile cumulate de la căminul C_1 către căminul de racord CR; în coloanele 4, 5 și 6 sunt trecute ariile suprafețelor S_c , S_v și S_d , iar în coloanele 7, 8 și 9 produsele $\varphi_c S_c$, $\varphi_v S_v$ și $\varphi_d S_d$ în care valorile coeficienților φ s-au luat din tabelul 3.6.1; în coloana 10 s-au calculat sumele $\Sigma \varphi S = \varphi_c S_c + \varphi_v S_v + \varphi_d S_d$ în coloana 14 s-a calculat debitul Q_p [l/s], de ape meteorice, cu relația 3.6.1, pe baza datelor din coloanele 11...13 din tabelul 3.6.5. În coloana 18 s-a calculat debitul

Q_{cm} [l/s], de ape uzate menajere cu relația 3.3.7 și cu datele înscrise în coloanele 15, 16, și 17, considerând că fiecare apartament are $\Sigma n q_s = 2,31$ l/s (q_s spălător 0,33, q_s lavoar 0,17, q_s closet 1,15 și q_s baie 0,66) și utilizând datele din tabelul 3.6.5. În coloana 19 s-a determinat debitul de calcul $q_c = Q_{cm} + Q_p$. Din tabelul 3.3.14 s-au luat valorile pantelor de

montare a conductelor care sunt trecute în coloana 20 (tab. 3.6.5). Folosind nomograma din figura 3.6.8 s-au determinat valorile vitezelor v_{sp} și debitelor q_{sp} la curgere cu secțiune plină a conductei și s-au trecut în coloanele 22 și 23. S-a calculat raportul x (coloana 24, tab. 3.6.5) și din tabelul 3.3.17 s-au determinat valorile u și z (coloanele 25 și 26, tab.

Tabelul 3.6.4. Ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente gurilor de scurgere GS (exemplul de calcul 1)

	GS ₁	GS ₂	GS ₃	GS ₄	GS ₅	GS ₆	GS ₇	GS ₈	GS ₉	GS ₁₀
S_v [m ²]	250	300	200	150	200	400	250	300	150	600
S_d [m ²]	300	150	500	300	300	600	250	150	300	150

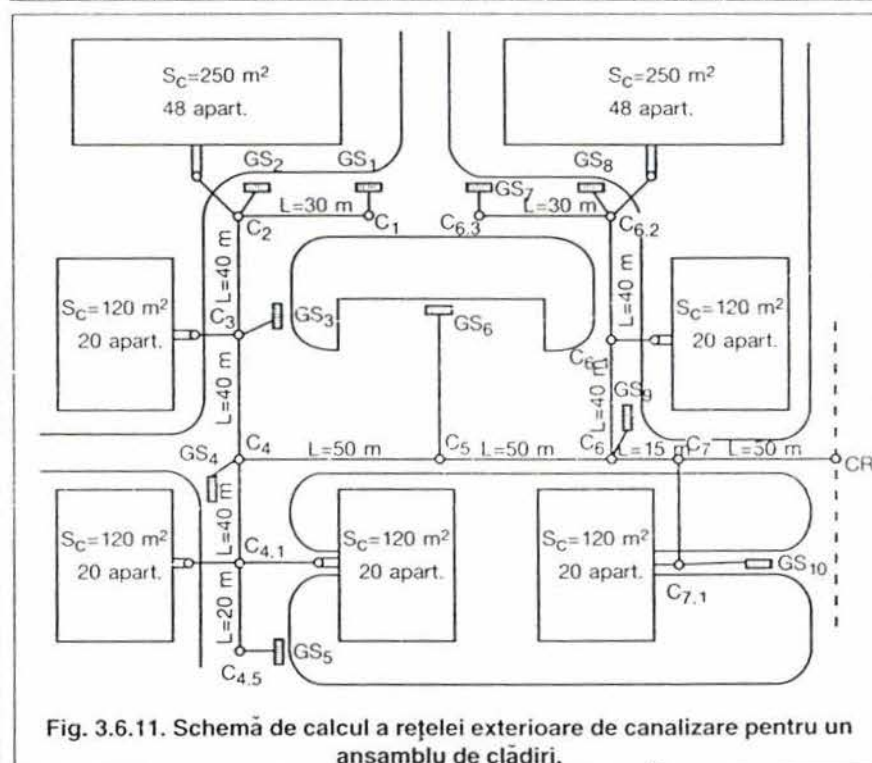


Fig. 3.6.11. Schemă de calcul a rețelei exterioare de canalizare pentru un ansamblu de clădiri.

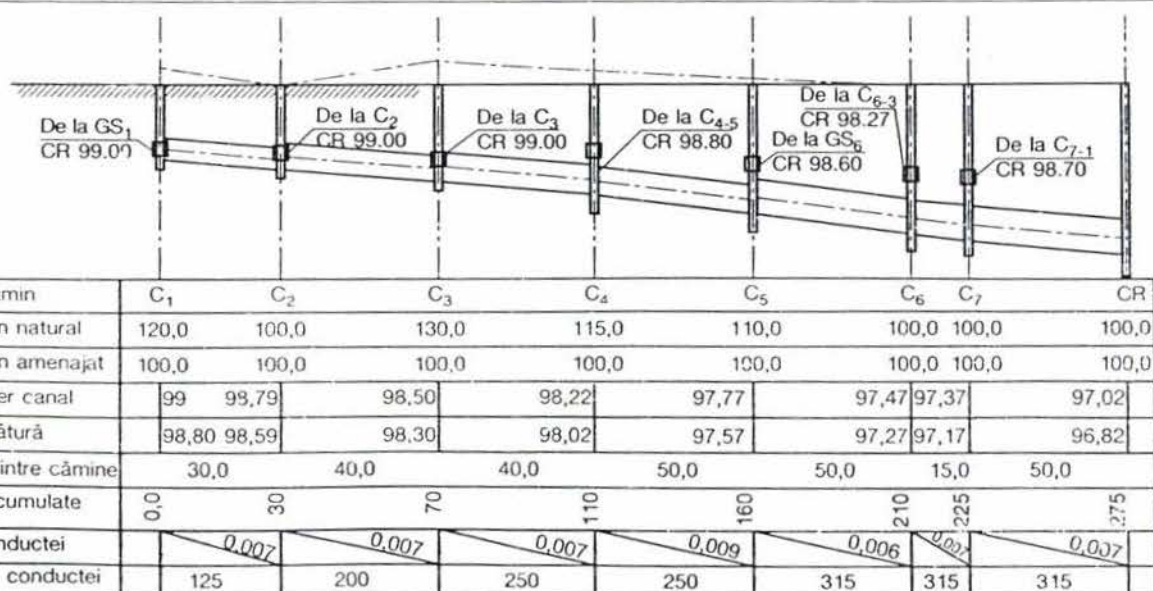


Fig. 3.6.12. Profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare.

3.6.5), calculându-se, în final, viteza reală a apei $v = v_{zp}$ (coloana 27, tab. 3.6.5). Se constată că sunt verificate relațiile 3.6.6 și 3.6.7.

În continuare s-a efectuat calculul de verificare a relației 3.6.7 în ipoteza trecerii prin conductele traseului principal $C_1 \dots CR$ numai a debitului de calcul al apelor uzate menajere, rezultatele fiind redată în tabelul 3.6.5. În figura 3.6.12 se prezintă profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare din figura 3.6.11.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare (fig. 3.6.13) în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu 576 apartamente cu 3 persoane pe apartament și consumul specific de apă de 280 l/zi/pers. Pe schema de calcul din figura 3.6.13 sunt date: lungimile tronsoanelor de conducte, măsurate între 2 cămine succesive de canalizare. În ansamblul de clădiri nu sunt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe suprafața terenului; frecvența ploii de calcul se consideră de 2/1.

Rețeaua exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri este racordată la conducta de canalizare a localității în căminul de racord CR (fig. 3.6.13). Conductele rețelei de canalizare din ansamblul de clădiri se execută cu tuburi din beton simplu.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare din ansamblul de clădiri este redat în tabelul 3.6.6.

Întrucât rețeaua exterioară de canalizare nu colectează ape meteorice de pe

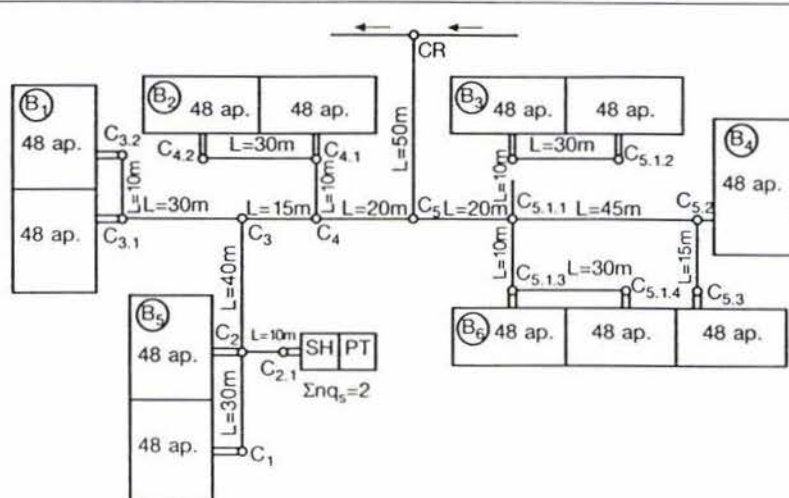


Fig. 3.6.13. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare în sistem unitar aferentă unui ansamblu de clădiri de locuit având 576 apartamente.

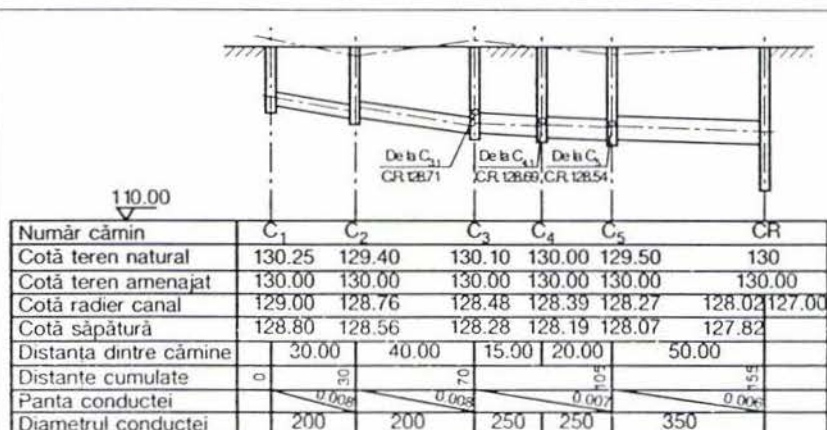


Fig. 3.6.14. Profilul longitudinal al traseului principal $C_1 \dots CR$ al rețelei de canalizare.

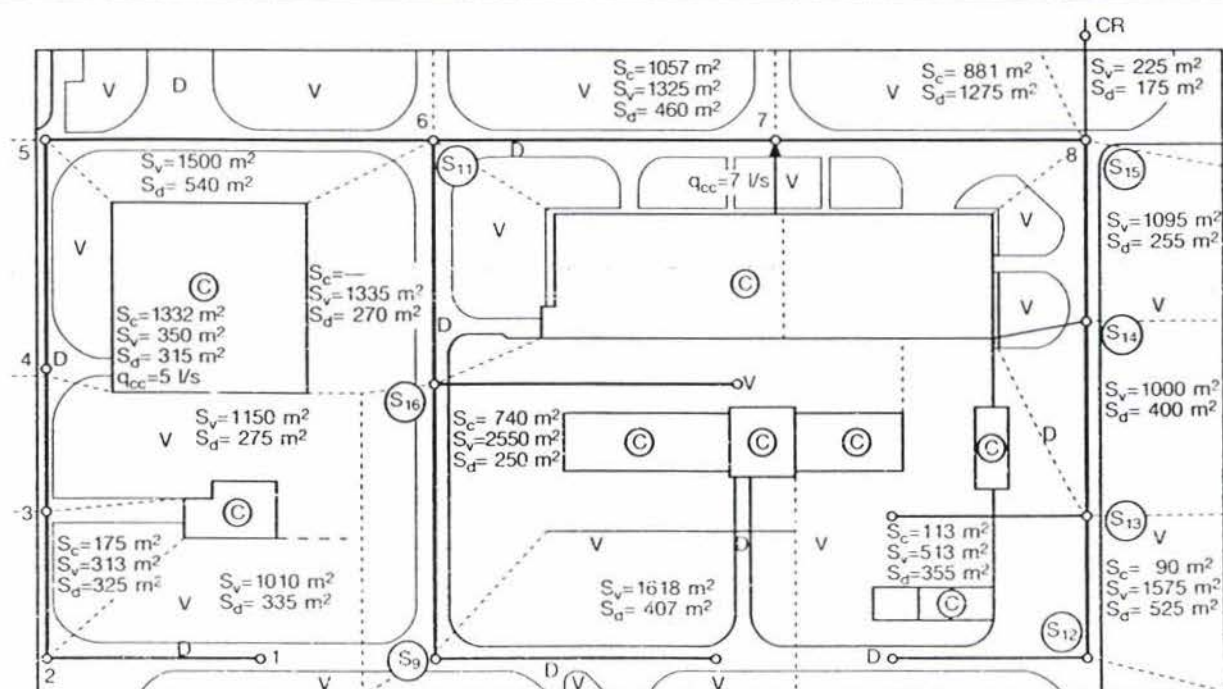


Fig. 3.6.15. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială.

Tabelul 3.6.5. Calculul hidraulic al traseului principal C₁...C_R al rețelei exterioare de canalizare (exemplul de calcul 1)

Tron- son	L _{tr} [m]		A _{sc} [m ²]			S [m ²]			φS [m ²]	l _p /v _s [min]	t [min]	l [l/s· ha]	Q _p [l/s]	Σnq _s [l/s]	q _{cs} [l/s]	q _{smax} [l/s]	q _{cm} [l/s]	q _c [l/s]	panta	D _n [mm]	v _{sp} [m/s]	q _{sp} [l/s]	x = q _c /q _{sp}	u	z = v/v _{sp}	v = z·v _{sp} [m/s]
	par- țială	to- tală lc	S _c	S _v	S _d	φ _c = 0,95	φ _v = 0,1	φ _d = 0,85																		
						φ _c S _c	φ _v S _v	φ _d S _d																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	25	26	27
Colector principal C1...CR; v _s =80 m/min; Panta terenului=0,002 (constantă); t _{cs} =5 min. (constantă); m=0,8 (constant)																										
C1-C2	30	30		250	300		25	255	280	0,375	5,38	320	7,17					7,17	0,007	125	0,93	10,0	0,714	0,610	1,120	1,042
C2-C3	40	70	250	550	450	238	55	383	675	0,5	5,88	300	16,20	110,9	2,65	1,15	3,80	20,00	0,007	200	1,29	36,0	0,556	0,530	1,020	1,316
C3-C4	40	110	370	750	950	352	75	808	1234	0,5	6,38	290	28,63	157,1	3,26	1,15	4,41	33,04	0,007	250	1,47	67,0	0,493	0,490	0,995	1,463
C4-C5	50	160	610	1100	1550	580	110	1318	2007	0,625	7,00	280	44,96	249,5	4,34	1,15	5,49	50,45	0,009	250	1,70	75,0	0,673	0,590	1,100	1,870
C5-C6	50	210	610	1500	2150	580	150	1828	2557	0,625	7,63	270	55,23	249,5	5,93	1,15	7,08	62,31	0,006	315	1,58	115,0	0,542	0,520	1,020	1,612
C6-C7	15	225	980	2200	2850	931	220	2423	3574	0,188	7,81	265	75,76	406,6	5,93	1,15	7,08	82,84	0,007	315	1,72	120,0	0,690	0,600	1,110	1,909
C7-C8	50	275	1100	2800	3000	1045	280	2550	3875	0,625	8,44	255	79,05	452,8	6,37	1,15	7,52	86,57	0,007	315	1,72	120,0	0,721	0,620	1,130	1,944
Verificarea canalizarii la conditiile meteorologice fără precipitații																										
C2-C3														110,9	2,65	1,15	3,80	3,80	0,007	200	1,29	36,0	0,106	0,210	0,710	0,916
C3-C4														157,1	3,26	1,15	4,41	4,41	0,007	250	1,47	67,0	0,066	0,160	0,630	0,926
C4-C5														249,5	4,34	1,15	5,49	5,49	0,009	250	1,70	75,0	0,073	0,170	0,640	1,088
C5-C6														249,5	5,93	1,15	7,08	7,08	0,006	315	1,58	115,0	0,062	0,160	0,630	0,995
C6-C7														406,6	5,93	1,15	7,08	7,08	0,007	315	1,72	120,0	0,059	0,150	0,610	1,049
C7-C8														452,8	6,37	1,15	7,52	7,52	0,007	315	1,72	120,0	0,063	0,160	0,630	1,084

Tabelul 3.6.7. Calculul hidraulic al rețelei de canalizare a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială (exemplu de calcul 3)

Tron- son	L _{tr} [m]		Aria bazinului [m ²]			φS [m ²]			ΣφS [m ²]	v _a [m /min]	P _t	t _{cs} [min]	l _c /v _a [min]	t [min]	f	l [l/s· ha]	m	Q _p [l/s]	q _{cc} [l/s]	q _c [l/s]	Panta cana- lului	D _n [mm]	v _{sp} [m/s]	q _{sp} [l/s]	x= q/q _{sp}	u	z= v/v _{sp}	v= z·v _{sp} [m/s]	
	l	l _c	S _c	S _n	S _a	φ	0,95	0,25																					0,85
							φS _c	φS _n																					φS _a
Colector principal 1-8																													
1-2	30	30	-	1010	335	-	253	285	538	80	0,002	5	0,38	5,38	1/3	360	0,8	15,49	-	15,49	0,005	300	0,94	70	0,22	0,31	0,84	0,79	
2-3	25	55	175	1323	660	166	331	561	1058	80	-	5	0,69	5,69	1/3	340	0,8	28,78	-	28,78	0,005	300	0,94	70	0,42	0,44	0,96	0,90	
3-4	45	100	175	2473	935	166	618	795	1579	80	-	5	1,25	6,25	1/3	335	0,8	42,32	-	42,32	0,005	300	0,94	70	0,60	0,55	1,06	0,99	
4-5	70	170	1507	2823	1250	1432	706	1062	3200	80	-	5	2,13	7,13	1/3	320	0,8	81,92	5,0	86,92	0,006	300	1,06	76,4	1,13	0,89	1,20	1,27	
5-6	65	235	2247	9826	2717	2135	2457	2309	6901	80	-	5	2,94	7,94	1/3	310	0,8	171,14	5,0	176,14	0,006	400	1,30	163	1,08	0,83	1,22	1,59	
6-7	60	295	3304	11151	3177	3139	2788	2700	8627	80	-	5	3,69	8,69	1/3	290	0,8	200,15	5,0	205,15	0,005	450	1,18	204	0,99	0,76	1,21	1,42	
7-8	15	310	4388	15324	5987	4169	3833	5089	13091	80	-	5	3,88	8,88	1/3	285	0,8	298,47	13,0	311,47	0,006	500	1,48	287	1,09	0,84	1,21	1,99	
8-CR	40	350	4388	15559	6162	4169	3890	5238	13297	80	-	5	4,38	9,38	1/3	280	0,8	297,85	13,0	310,85	0,006	500	1,48	287	1,08	0,83	1,22	1,81	
Colector secundar 9-11																													
9-10	55	55	-	1618	407	-	405	346	751	80	0,002	5	0,69	5,69	1/3	340	0,8	20,43	-	20,43	0,005	300	0,94	70	0,29	0,36	0,89	0,84	
10-11	45	100	740	4168	657	703	1042	558	2303	80	-	5	1,25	6,25	1/3	335	0,8	61,72	-	61,72	0,005	300	0,94	70	0,88	0,70	1,18	1,11	
S _{total} 9-11			740	5503	927	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colector secundar 12-15																													
12-13	25	25	113	513	355	107	128	302	537	80	0,002	5	0,31	5,31	1/3	360	0,8	15,47	-	15,47	0,005	300	0,94	70	0,22	0,31	0,84	0,79	
13-14	45	70	203	2088	880	193	522	748	1463	80	-	5	0,86	5,86	1/3	340	0,8	39,79	-	39,79	0,005	300	0,94	70	0,57	0,53	1,04	0,98	
14-15	35	105	203	3088	1280	193	772	1088	2053	80	-	5	1,31	6,31	1/3	335	0,8	55,02	-	55,02	0,005	300	0,94	70	0,79	0,65	1,15	1,08	
S _{total} 12-15			203	4183	1535	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Notă: L _{tr} =Lungimea tronsonului; l=Distante parțiale; l _c =Distante totale; S _c =Suprafata construită; S _n =Suprafata nepavată; S _a =Suprafata asfaltată; P _t =Panta terenului;																													

Notă: L_{tr}=Lungimea tronsonului; l=Distante parțiale; l_c=Distante totale; S_c=Suprafața construită; S_n=Suprafața nepavată; S_a=Suprafața asfaltată; P_t=Panta terenului;

Tabelul 3.6.6. Calculul hidraulic de dimensionare a rețelei de canalizare în sistemul unitar, pentru un ansamblu de clădiri de locuit având 576 apartamente (exemplul de calcul 2.)

Tronson	Σe_s	Σnq_s [l/s]	q_{cs} [l/s]	q_{smax} [l/s]	q_{cm} [l/s]	Dist. [m]		t_{cs} [min]	v_d [m/s]	$t=l_c/v_d$ [min]	t_c [min]	S [m ²]	φ	I [l/s-ha]	Q_p [l/s]	q_c [l/s]	D_n [mm]	Panta	q_{sp} [l/s]	v_{sp} [m/s]	$x=q_c/q_{sp}$ q_c/q_{sp}	u	$z=v_r/v_{sp}$	v_r [m/s]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Colector principal C1-CR																								
C1-C2	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	191	6,02	10,12	200	0,008	29,20	0,94	0,35	0,40	0,92	0,86
C2-C3	678	224	4,55	1,15	5,70	40	70	5	80	0,88	5,88	750	0,9	183	12,35	18,05	200	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,01
C3-C4	1350	446	7,11	1,15	8,26	15	85	5	80	1,06	6,06	1450	0,9	180	23,49	31,75	250	0,007	50,30	1,06	0,63	0,57	1,08	1,14
C4-C5	2022	668	9,35	1,15	10,50	20	105	5	80	1,31	6,31	2150	0,9	178	34,44	44,94	250	0,007	50,30	1,06	0,89	0,70	1,18	1,25
C5-CR	4038	1334	13,30	1,15	16,43	50	155	5	80	1,94	6,94	4250	0,9	170	65,03	81,46	350	0,006	115,00	1,19	0,71	0,61	1,12	1,33
Calcul de verificare Colectorul C1-CR																								
C1-C2	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	200	0,008	29,20	0,94	0,14	0,24	0,75	0,71
C2-C3	678	224	4,55	1,15	5,70	40	70	-	-	-	-	-	-	-	-	5,70	200	0,008	29,20	0,94	0,20	0,29	0,81	0,76
C3-C4	1350	446	7,11	1,15	8,26	15	85	-	-	-	-	-	-	-	-	8,26	250	0,007	50,30	1,06	0,16	0,26	0,78	0,83
C4-C5	2022	668	9,35	1,15	10,50	20	105	-	-	-	-	-	-	-	-	10,50	250	0,007	50,30	1,06	0,21	0,30	0,83	0,88
C5-CR	4038	1334	13,30	1,15	16,43	50	155	-	-	-	-	-	-	-	-	16,43	350	0,006	115,00	1,19	0,14	0,24	0,75	0,89
Colector secundar C3.2-C3																								
C3.2-C3.1	336	111	2,95	1,15	4,10	10	10	5	80	0,13	5,13	350	0,9	193	6,08	10,18	200	0,008	29,20	0,94	0,35	0,40	0,92	0,86
C3.1-C3	672	222	4,52	1,15	5,67	30	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	188	11,84	17,51	200	0,008	29,20	0,94	0,60	0,55	1,06	1,00
Calcul de verificare Colector C3.2-C3																								
C3.2-C3.1	336	111	2,95	1,15	4,10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	200	0,008	29,20	0,94	0,14	0,24	0,75	0,71
C3.1-C3	672	222	4,52	1,15	5,67	30	40	-	-	-	-	-	-	-	-	5,67	200	0,008	29,20	0,94	0,19	0,28	0,80	0,75
Colector C4.2-C4																								
C4.2-C4.1	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	191	6,02	10,12	200	0,008	29,20	0,94	0,35	0,40	0,92	0,86
C4.1-C4	672	222	4,52	1,15	5,67	10	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	188	11,84	17,51	200	0,008	29,20	0,94	0,60	0,55	1,06	1,00
Calcul de verificare Colector C4.2-C4																								
C4.2-C4.1	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	200	0,008	29,20	0,94	0,14	0,24	0,75	0,71
C4.1-C4	672	222	4,52	1,15	5,67	10	40	-	-	-	-	-	-	-	-	5,67	200	0,008	29,20	0,94	0,19	0,28	0,80	0,75
Colector C5.3-C5																								
C5.3-C5.2	336	111	2,95	1,15	4,10	15	15	5	80	0,19	5,19	350	0,9	192	6,05	10,15	200	0,008	29,20	0,94	0,35	0,40	0,92	0,86
C5.2-C5.1	672	222	4,52	1,15	5,67	45	60	5	80	0,75	5,75	700	0,9	185	11,66	17,33	200	0,008	29,20	0,94	0,59	0,54	1,05	0,99
C5.1-C5	2016	665	9,33	1,15	10,48	20	80	5	80	1,00	6,00	2100	0,9	182	34,40	44,88	200	0,007	50,30	1,06	0,89	0,70	1,18	1,25
Calcul de verificare Colector C5.3-C5																								
C5.3-C5.2	336	111	2,95	1,15	4,10	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	200	0,008	29,20	0,94	0,14	0,24	0,75	0,71
C5.2-C5.1	672	222	4,52	1,15	5,67	45	60	-	-	-	-	-	-	-	-	5,67	200	0,008	29,20	0,94	0,19	0,28	0,80	0,75
C5.1-C5	2016	665	9,33	1,15	10,48	20	80	-	-	-	-	-	-	-	-	10,48	200	0,007	50,30	1,06	0,21	0,30	0,83	0,88
Colector secundar C5.1.2-C5.1																								
C5.1.2-C5.1.1	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	191	6,02	10,12	200	0,008	29,20	0,94	0,35	0,40	0,92	0,86
C5.1.1-C5.1	672	222	4,52	1,15	5,67	10	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	188	11,84	17,51	200	0,008	29,20	0,94	0,60	0,55	1,06	1,00
Calcul de verificare Colector C5.1.2-C5.1																								
C5.1.2-C5.1.1	336	111	2,95	1,15	4,10	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	200	0,008	29,20	0,94	0,14	0,24	0,75	0,71
C5.1.1-C5.1	672	222	4,52	1,15	5,67	10	40	-	-	-	-	-	-	-	-	5,67	200	0,008	29,20	0,94	0,19	0,28	0,80	0,75

suprafața terenului, debitul de calcul al conductelor exterioare q_c [l/s] s-a determinat prin însumarea debitelor de ape uzate menajere și ape meteorice evacuate din instalațiile interioare ale clădirilor.

Metodologia de efectuare a calculului hidraulic este similară celei folosite la exemplul de calcul 1. Atât pentru traseul principal C₁...CR cât și pentru traseele exterioare ale rețelei exterioare de canalizare, s-a efectuat și calculul de verificare al relației (tab. 3.6.6) în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

În figura 3.6.14 este redat profilul longitudinal al traseului principal C₁...CR al rețelei exterioare de canalizare din figura 3.6.13.

Exemplul de calcul 3. Se efectuează calculul hidraulic al rețelei exterioare de

canalizare (fig. 3.6.15) a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială amplasată în orașul Oltenița. Punctele de deversare a apelor convențional curate sunt precizate în figura 3.6.15. Suprafețele din incinta industrială de pe care se colectează ape meteorice sunt: terase asfaltate, drumuri și platforme asfaltate și suprafețe nepavate. Panta generală a terenului în incintă este 0,2 %. Se consideră frecvența normală a ploii de calcul pentru clădiri industriale clasa II de importanță, $f = 1/3$ (tab. 3.6.2). Rețeaua exterioară de canalizare se execută cu tuburi din beton simplu.

Rezolvare. Pe schema de calcul din figura 3.6.15 se delimitează suprafețele aferente de colectare a apelor meteorice, în

vederea determinării debitului Q_p [l/s], cu relația 3.6.1 pentru secțiunile de calcul ale rețelei. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare este redat în tabelul 3.6.7 în care s-au considerat valorile: $v_a = 80$ m/min; $t_{cs} = 5$ min; $m = 0,8$ pentru durata ploii de calcul $t < 40$ min; diametrul minim al primului tronson de conductă 300 mm și panta de 0,005 m/m. S-a determinat pentru fiecare secțiune de calcul diametrul conductei și viteza reală de curgere a apei verificându-se relațiile 3.6.6 și 3.6.7 și anume: $u \leq 0,95$ și $0,7$ m/s $\leq v \leq 3$ m/s.

3.7. Instalații de pompare a apelor de canalizare

Pomparea apelor uzate este necesară atunci când, datorită configurației terenului, cota radierului conductei publice de canalizare este deasupra cotei radierului conductei de canalizare secundară din ansamblul de clădiri sau când distanța între zona canalizată și stația de epurare sau emisar este mare.

3.7.1. Soluții constructive și scheme pentru instalații de pompare a apelor de canalizare

Elementele principale ale unei stații de pompare a apelor de canalizare sunt:

- camera de recepție în care sunt colectate apele uzate ce urmează a fi pompare către emisar;
- camera pompelor, în care sunt instalate agregatele de pompare și instalațiile aferente;
- conductele de aspirație, de refulare și armăturile de reglare și control ale funcționării.

Stațiile de pompare se clasifică după următoarele criterii:

- tipul agregatelor de pompare: cu pompe cu ax vertical sau cu ax orizontal;
- modul de amplasare al bazinului pentru recepționarea (colectarea) apelor uzate: cu bazinul de recepție sub, adiacent (lipit) sau independent de sala pompelor;
- tipul construcției: subterană, semiîn-gropată sau supraterană.

Stația de pompare cu bazinul de recepție amplasat în exterior (fig. 3.7.1) este utilizată pentru instalații de pompare cu debite mai mari de 15000 m³/zi.

Apa uzată este colectată din rețeaua de canalizare exterioră în camera de recepție de unde este aspirată de către pompă prin intermediul sorbului montat în capătul conductei de aspirație și refulată în conducta publică de canalizare. Se utilizează pompe centrifugale cu ax orizontal.

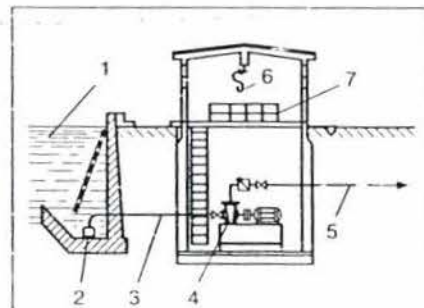


Fig. 3.7.1. Stație de pompare a apelor uzate cu bazinul de recepție amplasat în exterior:

1 - bazin de recepție; 2 - sorb; 3 - conductă de aspirație; 4 - pompă centrifugă cu ax orizontal; 5 - conductă de refulare; 6 - monoșină; 7 - parapet.

Acest tip de stație are avantajul exploatarea fără dificultăți a părții mecanice a pompelor, dar are dezavantajul că, în camera de pompare, se acumulează gazele de canal.

Stația de pompare cu bazinul de recepție amplasat la același nivel cu camera pompelor (fig. 3.7.2) este utilizată pentru debite mici (până la 15000 m³/zi). Pompele utilizate pot fi cu ax vertical (fig. 3.7.2a) sau cu ax orizontal (fig. 3.7.2b). Din bazinul de recepție apa uzată este aspirată

de pompe și refulată în rețeaua publică de canalizare.

În cazul utilizării pompelor cu ax vertical (fig. 3.7.2a) manevrarea robinetelor pentru închiderea și deschiderea instalației se face din camera electromotoarelor.

Acest tip de stație cere luarea unor măsuri speciale de etanșeitate, la construcția și izolarea camerei pompelor și la trecerea conductelor de aspirație prin peretele despărțitor dintre bazinul de recepție și camera pompelor.

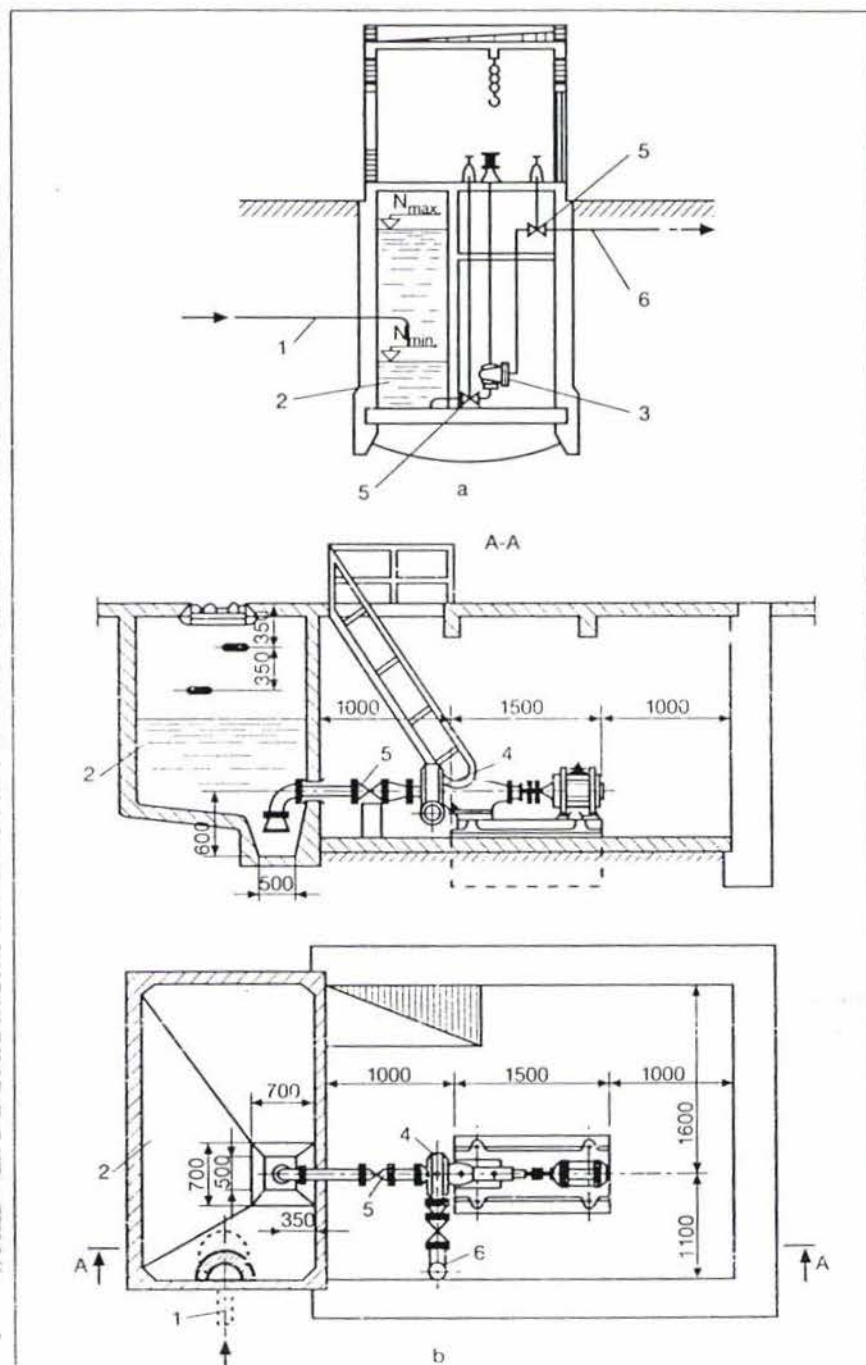


Fig. 3.7.2. Stație de pompare a apelor uzate cu bazinul de recepție amplasat la același nivel cu camera pompelor:

a - cu pompe cu ax vertical; b - cu pompe cu ax orizontal;
1 - conductă de intrare (colectoare) a apelor uzate; 2 - bazin de recepție; 3 - pompă cu ax vertical; 4 - pompă cu ax orizontal; 5 - vană; 6 - conductă de refulare a apelor uzate.

Amplasarea pompelor în camere uscate are avantajul unei ușoare întrețineri și a unei mari siguranțe în exploatare.

Stația de pompare cu bazinul de recepție amplasat sub sala electromotoarelor (fig. 3.7.3) este alcătuită din bazinul de recepție situat sub placa de beton pe care se află montat electromotorul care acționează axul pompei. Apa aspirată din bazin de către pompe este refulată în conducta publică de canalizare.

Amplasarea bazinului de recepție sub sala electromotoarelor cu pompele cu fundate (imersate) în lichid (camera umedă) are avantajul economiei de investiții și a înlăturării posibilităților de infiltrare a apei uzate din bazin.

Controlul și întreținerea pompelor se face însă mai greu; de aceea stațiile dotate cu pompe având ax vertical se echipează

cu agregate de rezervă.

3.7.2. Echipamente și utilaje specifice folosite pentru pomparea apelor de canalizare

Pentru pomparea apelor uzate menajere, industriale și, în general, a apelor încărcate cu diferite suspensii neabrazive sau puțin abrazive, atât solide, cât și fibroase, cu temperaturi până la $+30^{\circ}\text{C}$ se folosesc pompe submersibile tip EPEG (fig. 3.7.4) fabricate în țară, având domeniile de valori ale debitelor și înălțimilor de pompare redată în nomograma din figura 3.7.5.

Electropompa tip EPEG este alcătuită dintr-o pompă centrifugă monoetajată plasată la partea inferioară, cu carcasă circulară, putând fi echipată cu 3 tipuri diferite de rotoare, pentru a putea fi adaptată optim la caracteristicile fizice ale apei pompate și motorul electric de antrenare, de tip asincron trifazat, cu rotorul în scurtcircuit, plasat la partea superioară într-o carcasă etanșă pentru a fi ferit de contactul cu apa vehiculată. Instalația de prindere a pompei se compune dintr-un cot suport, care se fixează pe fundul bazinului colector și la care se racordează conducta de refulare

a apei uzate precum și o piesă de cuplare care se montează pe flansa de refulare a electropompei.

Pentru epuismențe se folosesc pompe submersibile tip EPET fabricate în țară.

Dintre numeroasele tipuri de pompe pentru ape de canalizare, produse de firme străine, se remarcă pompele submersibile (DRENAG, FEKA, GRINDER, firma DAB, fig. 3.7.6, tab. 3.7.1) pentru evacuarea apelor uzate cu temperaturi până la 55°C , realizate cu carcasa din fontă și rotorul din tehnopolimer sau oțel inox și care pot fi acționate cu motoare electrice trifazate sau monofazate imersabile, dotate cu aparatură electronică de comandă și control. Aceste tipuri de pompe se montează în poziție verticală, adâncimea maximă de imersie fiind de 10 m. Domeniile de debite Q și înălțimi de pompare H ale acestor pompe sunt redată în figura 3.7.7.

Se produc și pompe verticale cu coloană imersată (CALPEDA, Italia, fig. 3.7.8) recomandate pentru evacuarea apelor uzate neagresive pentru materialele pompei, având temperatura de maximum 40°C . Se execută cu rotor retras (varianta VAL) pentru dimensiuni maxime ale particulelor ce pot fi vehicu-

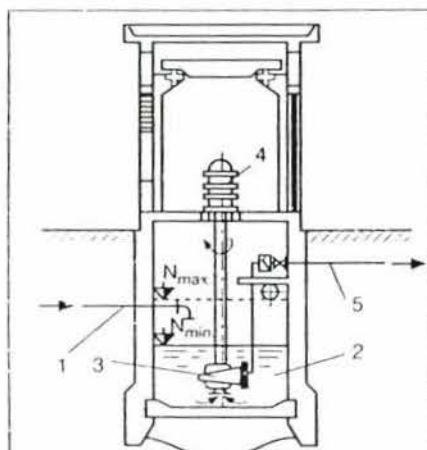


Fig. 3.7.3. Stație de pompare a apelor uzate cu bazinul de recepție amplasat sub sala electromotoarelor:

1 - conductă de intrare a apelor uzate; 2 - bazin de recepție; 3 - pompă cu ax vertical; 4 - motor electric de antrenare a pompei; 5 - conductă de refulare a apelor uzate.

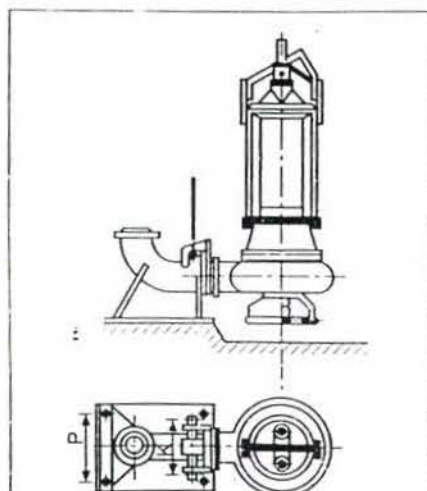


Fig. 3.7.4. Pompă submersibilă tip EPEG.

Tabelul 3.7.1. Caracteristicile pompelor pentru ape uzate (firma DAB, fig.3.7.6.) echipate cu motoare electrice trifazate (simbol T), respectiv monofazate (simbol M)

MODEL	DATE ELECTRICE					$\varnothing$ Dn [in]	Masa [kg]	Dimensiuni [mm]			
	T 50 Hz [V]	P ₁ [kW]	P ₂ [kW]	I [A]	CP			A	B	H	H ₁
D1800T	3x380	2,2	1,47	2	4,1	2"G	37	220	150	582	137
F1800T	3x380	2,2	1,47	2	4,2	2"G	35	200	160	580	94
G1800T	3x380	2	1,47	2	4,2	2"G	35	215	150	550	108
D1400M	1x220	2	1,1	1,5	9,3	2"G	36,5	220	150	582	137
F1400M	1x220	1,8	1,1	1,5	9	2"G	33	200	160	580	94
G1400M	1x220	1,8	1,1	1,5	9	2"G	32,5	215	150	550	108

D1800T=DRENAG 1800T; F1800T=FEKA 1800T; G1800T=GRINDER 1800T; D1400M=DRENAG 1400M; F1400M=FEKA 1400M; G1400M=GRINDER 1400M; T=Tensiunea; P₁=MAX; P₂=NOMINALĂ; I=Intensitate.

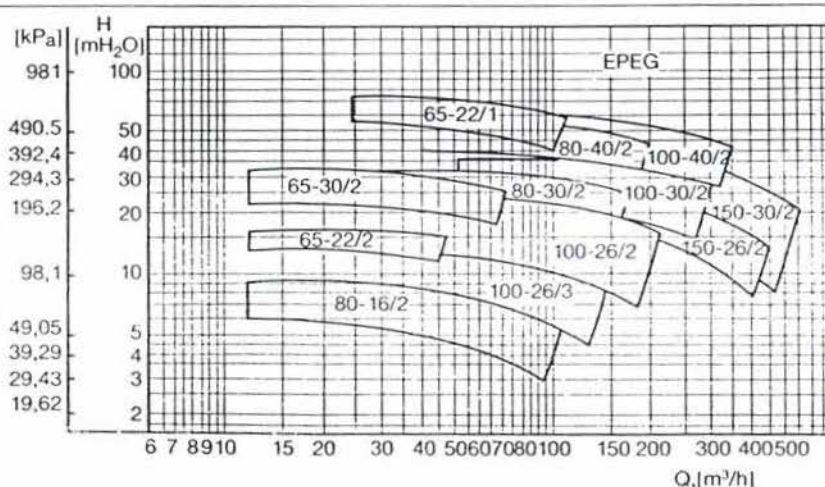


Fig. 3.7.5. Nomogramă pentru alegerea pompelor submersibile tip EPEG pentru ape de canalizare.

late de 50 mm și cu rotor normal (varianta SC), pentru dimensiuni maxime ale particulelor de 6 mm.

Există pompe submersibile de drenare utilizate, în special, pentru golirea rezervoarelor de ape uzate industriale (convențional curate), dotate cu un plutitor cu contact pornit - oprit (fig. 3.7.9) care protejează pompa împotriva funcționării fără apă. Se montează ușor (fără vană și conductă de aspirație) în instalații fixe sau mobile (transportabile). Adâncimea de imersie este de maximum 5 m. Motorul electric de antrenare are puterea de 300 W la tensiunea 220 V, frecvența 50 Hz.

Firma GRUNDFOS produce pompe submersibile monoetajate, cu ax vertical, pentru ape reziduale (încărcate cu suspensii, materii fecale etc.) cu temperatura maximă de 60 °C, în următoarele tipuri: AP, cu secțiune mare (până la 70 mm) a canalului hidraulic de trecere; AP-G, cu sistem de tăiere a rezidurilor; APL/APLD, pentru ape uzate încărcate cu suspensii grele. Aceste pompe acoperă domeniul de debite de ape uzate, până la 130 m³/h și înălțimi de pompare până la 35 kPa. Pompele GRUNDFOS POMONA, monoetajate, cu ax orizontal, sunt recomandate pentru evacuarea apelor uzate încărcate cu suspensii grele, din instalații fixe sau mobile, putând vehicula debite până la 130 m³/h la înălțimile de pompare până la 49 kPa.

Firma WILO (Germania) produce o gamă variată de pompe pentru ape uzate, dotate cu plutitoare care acționează pornirea - oprirea motorului electric și cu aparatul electronic de comandă și control.

Stațiile de pompare ale apelor de canalizare mai cuprind: instalațiile hidraulice, armăturile, aparatul de comandă, instalațiile de ridicat echipamentele de

pompare și instalațiile electrice de forță și iluminat.

3.7.3. Calculul instalațiilor de pompare a apelor de canalizare

Pompele se aleg în funcție de natura și caracteristicile apelor de canalizare, de debitul necesar Q_{nec} [m³/h] și de înălțimea de pompare necesară H_{pnec} [kPa] [mH₂O] care se determină cu relația:

$$H_{pnec} = H_g + H_u + h_r \quad [\text{kPa}] \quad [\text{mH}_2\text{O}] \quad (3.7.1)$$

în care:

- H_g este înălțimea geodezică de pompare a apei uzate [kPa]; [mH₂O];

- H_u - înălțimea de presiune disponibilă în secțiunea de racord la conducta publică de canalizare sau la stația de epurare ($H_u = 1,0 \dots 2,0$ m kPa);

- h_r - suma pierderilor totale de sarcină, (liniare și locale) pe conducta de pompare [kPa]; [mH₂O].

În cazul montării pompelor deasupra nivelului maxim al apei din bazinul de aspirație, se recomandă determinarea înălțimii geodezice maxime admisibile de aspirație, cu relația:

$$H_{ga \max} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho} - h_{ra} - NPSH \quad [\text{kPa}] \quad (3.7.2a)$$

$$H_{ga \max} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} - h_{ra} - NPSH \quad [\text{mH}_2\text{O}] \quad (3.7.2b)$$

în care:

- p_{at} este presiunea atmosferică (funcție de altitudine) [kPa]; [mH₂O];

- p_v - presiunea de vaporizare a apei [kPa]; [mH₂O];

- ρ - densitatea apei [kg/m³], având valori variabile cu concentrația de suspensii și temperatura apelor de canalizare;
- g - accelerația gravitațională [m/s²];

- h_{ra} - suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de aspirație a pompei [kPa]; [mH₂O];

- $NPSH$ - înălțimea netă absolută la aspirație a pompei, în funcție de debit [kPa]; [mH₂O]; (dată în catalogul întreprinderii constructoare de pompe).

Se verifică condiția:

$$H_{ga} \leq H_{ga \max} \quad [\text{kPa}]; [\text{mH}_2\text{O}]; \quad (3.7.3)$$

în care H_{ga} [kPa]; [mH₂O]; este înălțimea geodezică efectivă de aspirație a pompei.

Puterea P măsurată la arborele pompei se calculează cu relația:

$$P = \frac{\rho g Q H_p}{\eta_p} \quad [\text{W}] \quad (3.7.4)$$

în care ρ , g , Q [m³/s], H_p [kPa]; [mH₂O] au semnificațiile de mai sus, iar η_p este randamentul pompei.

Puterea motorului electric de antrenare a pompei P_m se determină cu relația:

$$P_m = \frac{P}{\eta_m} \quad [\text{W}] \quad (3.7.5)$$

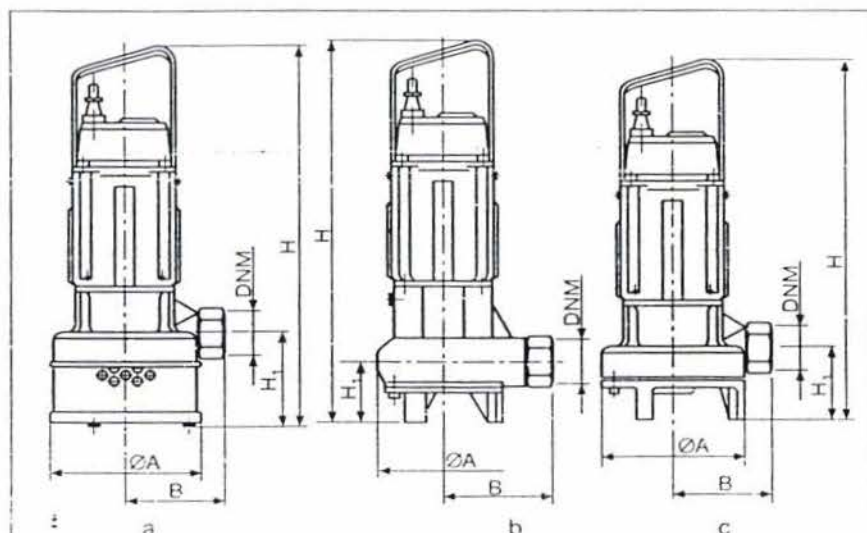


Fig. 3.7.6. Pompe DAB (DRENAG - FEKA - GRINDER) pentru ape uzate (tab. 3.4.3):

a - DRENAG, dimensiuni; b - FEKA, dimensiuni; c - GRINDER, dimensiuni.

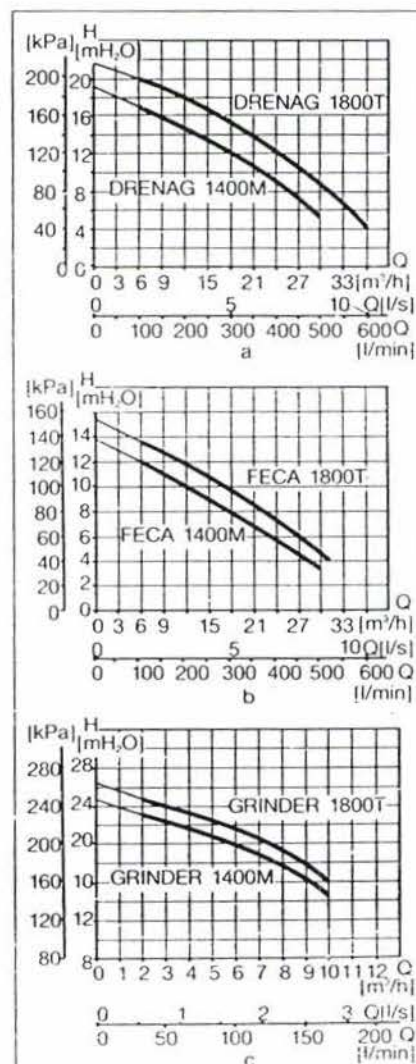


Fig. 3.7.7. Curbele caracteristice de sarcină ale pompelor DRENAG, FEKA, GRINDER:

a - DRENAG; b - FEKA; c - GRINDER.

în care η_m este randamentul motorului electric.

Volumul bazinului de aspirație se determină cu relația:

$$V = \frac{Q_z}{n} - Q_p \cdot T \quad [\text{m}^3] \quad (3.7.6)$$

în care:

- Q_z este debitul total de apă evacuat zilnic $[\text{m}^3/\text{zi}]$;

- Q_p - debitul pompelor $[\text{m}^3/\text{h}]$;

- n - numărul de porniri ale pompelor/zi; se recomandă: 2 porniri/zi pentru acționare manuală; 4...6 porniri/zi pentru acționare automată;

- T - timpul de funcționare a pompei/ciclu $[\text{h}]$.

Timpul de funcționare a pompei/ciclu este:

$$T = \frac{Q_z - V}{Q_p} \quad [\text{h}] \quad (3.7.7)$$

Exemplu de calcul 1

Se efectuează calculul hidraulic de alegere a pompei și determinarea volumului necesar al bazinului de aspirație/stație de pompare a apelor uzate, cunoscând următoarele date: debitul de apă evacuată zilnic, $Q_z = 150 \text{ m}^3/\text{zi}$; debitul de calcul $Q_c = 30 \text{ m}^3/\text{h}$; înălțimea geodezică de pompare a apei, $H_g = 5,0 \text{ m}$; înălțimea de

presiune disponibilă a apei, $H_d = 1,0 \text{ mH}_2\text{O}$ sau $9,81 \text{ kPa}$; suma pierderilor totale de sarcină, $h_r = 1,5 \text{ mH}_2\text{O}$ sau $14,72 \text{ kPa}$; durata unui ciclu de funcționare a pompei, $T = 30 \text{ min}$; numărul de cicluri/zi, $n = 5$ porniri/zi.

Rezolvare. Debitul pompei este egal cu debitul de calcul, $Q_p = Q_c = 30 \text{ m}^3/\text{h}$. Înălțimea de pompare necesară determinată cu relația 3.7.1 este:

$$H_p = H_g + H_d + h_r = 5,0 + 1,0 + 1,5 = 7,5 \text{ mH}_2\text{O} = 7,5 \times 9,81 \text{ kPa} = 73,575 \text{ kPa}$$

Din nomograma redată în figura 3.7.5 se alege o pompă tip EPEG 80-16/2.

Volumul bazinului de aspirație se determină cu relația 3.7.6:

$$V = \frac{Q_z}{n} - Q_p \cdot T = \frac{150}{5} - 30 \cdot 0,5 = 15 \text{ m}^3$$

3.8. Instalații locale de epurare a apelor uzate

Apele uzate trebuie să îndeplinească condițiile de calitate impuse de norme (§ 3.2.1) pentru a putea fi evacuate în rețelele publice de canalizare sau în emisar. Când aceste condiții nu sunt îndeplinite, apele uzate sunt supuse proceselor de epurare, în instalații locale.

3.8.1. Procedee, procese și scheme generale de epurare a apelor uzate

3.8.1.1 Procedee de epurare

Epurarea apelor uzate poate fi realizată prin unul din următoarele procedee: mecanică, chimică, mecano-chimică, mecano-biologică naturală și mecano-biologică artificială.

Procedeele de epurare utilizate depind de caracteristicile apelor uzate.

Epurarea mecanică se aplică atât apelor uzate menajere care conțin substanțe minerale și organice provenite din reziduurile animale, grăsimi, resturi de mâncare, nisip, gunoaie etc., cât și apelor uzate industriale care conțin diverse substanțe toxice, leșii, uleiuri, provenite din procesele de fabricație sau de răcire la care au fost folosite.

Epurarea chimică se aplică preponderent apelor acide (acizi liberi ca HCl , H_2SO_4 , HNO_3 și sărurile metalelor grele ca FeCl_2 , CuSO_4 , ZnSO_4 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ etc.) și apelor încărcate cu substanțe cianurice sau cromice provenite din procesele de galvanizare, decapare, călire etc.

Epurarea biologică se aplică apelor uzate încărcate cu substanțe organice.

În instalațiile locale de epurare, se poate aplica un singur procedeu sau o combinație între procedeele de mai sus, în funcție de natura și concentrațiile nocivităților care trebuie eliminate sau diluate, din apele uzate.

3.8.1.2 Procese principale folosite la epurarea apelor uzate

Epurarea apelor uzate constă dintr-o succesiune de procese fizice, chimice, biologice etc. concepute într-un flux tehnologic (schema tehnologică de epurare) în funcție de natura și concentrația substanțelor nocive care trebuie diluate sau eliminate din apă și de presiunile,

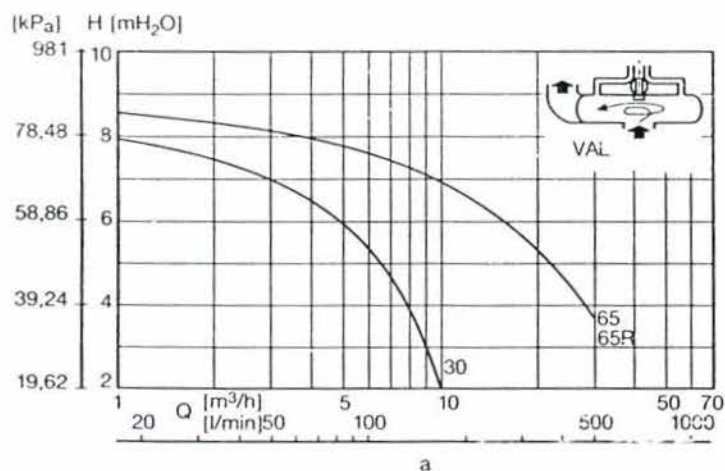


Fig. 3.7.8. Pompe DAB tip CALPEDA – curbe caracteristice: a - varianta VAL; b - varianta SC.

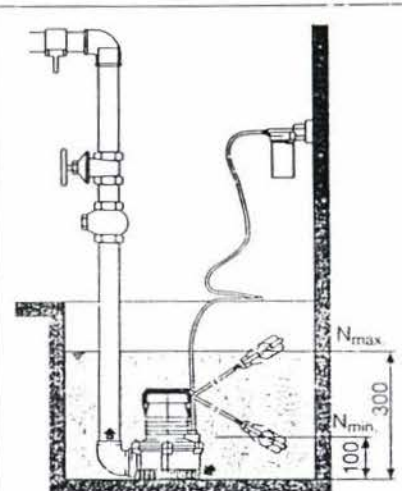


Fig. 3.7.9. Pompă DAB tip CALPEDA cu plutitor de protecție împotriva funcționării fără apă.

temperaturile și debitele de ape uzate supuse epurării.

Procesele principale folosite la epurarea apelor uzate sunt: sedimentarea, neutralizarea, flotația, adsorbția, extracția, evaporarea, aerarea, spumarea, electro-dializa, osmoza inversă, înghețarea, schimbul ionic, oxidarea chimică sau electro-chimică, fermentația aerobă sau anaerobă, dezinfecția și sterilizarea. La acestea trebuie adăugată și metoda egalizării concentrațiilor și uniformizării debitelor, care are un rol important în creșterea economicității instalațiilor de epurare.

– *Sedimentarea* este procesul fizic de depunere gravitațională a particulelor în suspensie din apa aflată în stare de repaus sau de mișcare cu viteză foarte mică ($0,002...0,5$ m/s).

Datorită echilibrului dinamic dintre forța gravitațională care produce sedimentarea (căderea liberă a particulelor de greutate specifică ρ mai mare decât greutatea specifică a apei) și forța de frecare Stokes, viteza de sedimentare w_s este practic constantă. Viteza de sedimentare se determină măsurând timpul t și înălțimea (spațiul) de cădere H sau cantitatea de dispersoid depusă m , considerând apa în stare de repaus.

În instalațiile de epurare a apelor uzate industriale, sedimentarea se realizează practic în bazinele de sedimentare care, după granulatia (dimensiunile) particulelor și după mărimea vitezei de mișcare a apei, pot fi deznisipatoare sau decantoare.

– *Neutralizarea* este reacția chimică dintre un acid și o bază în cantități echimoleculare și care decurge până la atingerea punctului de echivalență ($pH=7$).

Apele uzate acide evacuate de la secțiile de decapări, acoperiri metalice, rafinării de petrol, fabrici de îngrășăminte etc. sunt neutralizate cu ape alcaline. Neutralizării uzuali sunt: carbonatul de calciu (piatra de var), carbonatul de calciu și magneziu (dolomita), oxidul de calciu (varul), hidroxidul de calciu (lapte de var praf stins) etc. Timpul de neutralizare variază între 2 și 15 min.

Apele uzate alcaline se neutralizează cu acizi reziduali proveniți din diferite procese industriale sau cu ape bogate în bioxid de carbon.

(În reacțiile de neutralizare se folosește unitatea echivalentgram, simbolul [val], definită ca numărul de grame dintr-o substanță egal cu masa sa echivalentă exprimată în mol/valența ionului; în mod uzual se folosește submultiplul [mval= 10^{-3} val.]).

– *Flotația* este procesul de antrenare (ascensională) a particulelor suspendate în apă la suprafața acesteia, cu ajutorul bulelor de gaz aderente la aceste particule.

De regulă, flotația se aplică particulelor cu greutate specifică mai mică decât a apei, cum sunt grăsimile, uleiurile, produsele petroliere etc. Flotația particulelor cu greutate specifică mai mare decât a apei este posibilă numai la o granulatie fină (sub $0,4$ mm) a acestora.

Flotația se poate realiza prin: barbotare, sub presiune sau vid.

– *Adsorbția* este fenomenul de reținere pe suprafața unui corp solid sau lichid numit adsorbant, a moleculelor altui corp, numit adsorbit.

Substanțele reținute pot fi puse în libertate prin desorbție, proces realizat prin încălzire sau extracția adsorbantului. Repartiția cantitativă a substanței adsorbite, la echilibrul între adsorbant și apa uzată se exprimă prin izoterma de adsorbție, iar mecanismul procesului și viteza de desfășurare a acestuia se studiază în cadrul cineticii de adsorbție.

Adsorbția poate fi statică sau dinamică și se aplică pentru reținerea unor impurități în concentrație scăzută.

Cel mai utilizat material adsorbant pentru epurarea apelor uzate industriale este cărbunele activ.

– *Extracția* este operația de separare bazată pe diferența de stabilitate a componentelor unui amestec în unul sau mai mulți solvenți.

Extracția se aplică la epurarea apelor uzate, mai ales, atunci când componentul care trebuie separat urmează să fie valorificat (de ex. extracția fenolului din apele uzate de la cocserii).

– *Spumarea* constă în insuflarea de aer comprimat în apa care conține substanțe superficial active, care au capacitatea de a micșora tensiunea superficială a apei, în spuma formată acumulându-se impuritățile prezente în apa uzată.

Prin separarea spumei și spargerea ei se obține un reziduu apos bogat în impuritățile colectate. Spumarea se aplică pentru îndepărtarea detergentilor și proteinelor sau a produsilor lor de descompunere.

– *Dializa* este proprietatea ionilor și a moleculelor din soluții coloidale de a difuza prin membrane semipermeabile reale.

Procesul de dializă poate fi accelerat apreciabil prin trecerea curentului electric prin soluție, ionii separați fiind transportați spre electrozii respectivi și antrenați la un curent de apă.

Electrodializa se aplică la desalinizarea și, uneori, la demineralizarea apelor uzate, dar, consumul specific de energie electrică fiind ridicat, metoda are o aplicabilitate mai restrânsă.

– *Osmoza* este fenomenul în care 2 soluții apoase de concentrații diferite sunt separate printr-o membrană semipermeabilă, prin care apa trece dinspre soluția mai diluată spre cea mai concen-

trată.

Dacă presiunea hidrostatică exercitată asupra soluției mai concentrate atinge o anumită valoare de echilibru, numită presiune osmotică, procesul încetează. Exercițând asupra soluției mai concentrate o presiune mai mare decât presiunea osmotică are loc o circulație în sens opus (de la soluția concentrată la cea diluată), fenomen numit osmoză inversă (sau negativă). Procedul se aplică, în special, pentru desalinizarea apei, însă consumul specific de energie fiind relativ mare, are o aplicabilitate limitată.

– *Fermentația* este un proces biologic de transformare catalitică a materiei organice sub acțiunea fermenților (enzime și microorganisme care le secretă) în substanțe cu o constituție mai simplă.

Fermentația poate fi: aerobă (în prezența aerului) sau anaerobă (în absența aerului).

Procesele de fermentație sunt puternic influențate de prezența sau absența oxigenului și de temperatură.

Fermentațiile sunt diferite după: materialul supus procesului fermentativ, agentul care le produce și după produsul principal obținut.

O importanță actuală o prezintă fermentația anaerobă metanogenă a dejecțiilor animale din complexele zootehnice, pentru producerea biogazului ca una din sursele alternative de energie.

– *Dezinfecția* constă în reducerea numărului de bacterii și a microorganismelor din apele uzate sub limitele prevăzute de norme.

– *Sterilizarea* constă în distrugerea tuturor microorganismelor și produselor patologice din apele uzate. Această măsură radicală este impusă de norme pentru ape uzate care conțin germeni patogeni.

Dezinfecția și sterilizarea apelor uzate se realizează prin procedee chimice (tratarea cu clor sau ozon) sau fizice (tratarea termică, acțiunea radiațiilor ultraviolete etc.). În mod curent se aplică tratarea cu clor (clorinarea) prin introducerea unor doze de clor gazos sau compusi de clor (clorură de calciu CaCl_2 , hipoclorit de calciu CaCl_2O etc.) în stare solidă care în contact cu apele uzate pun în libertate clorul. Elementele care provoacă distrugerea bacteriilor și a altor microorganisme din apele uzate, sunt oxigenul (O_2) și acidul hipocloros (HOCl) rezultate din reacțiile clorului în contact cu apa: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$; $2\text{HOCl} = 2\text{HCl} + \text{O}_2$.

Ozonul (O_3) este un gaz cu o mare putere oxidantă asupra tuturor speciilor de germeni patogeni. Datorită costului ridicat al instalației de producere a ozonului și al consumului de energie, procedul de tratare cu ozon se aplică pentru distrugerea germenilor patogeni foarte rezistenți, asupra cărora clorul realizează

doar o distrugere parțială.

Sterilizarea apelor uzate prin procedee termice se aplică numai pentru debite mici de ape uzate și foarte încărcate cu agenți patogeni (provenite de la spitale, laboratoare, tranșarea animalelor bolnave etc.).

– **Egalizarea concentrațiilor și uniformizarea debitelor** apelor industriale reprezintă practic o metodă de preepurare a acestora, deoarece, ca urmare a egalizării și uniformizării se ameliorează caracteristicile calitative și cantitative ale apelor industriale și se ușurează tratarea lor ulterioară, asigurându-se o eficiență sporită pentru stația de epurare.

Egalizarea concentrațiilor este o metodă de reținere a apelor industriale în bazine amenajate corespunzător, până când efluentul ce se descarcă din bazin capătă caracteristici relativ uniforme din punctul de vedere al pH-ului, culorii, turbidității, consumului biochimic de oxigen etc.

Uniformizarea debitelor reprezintă metoda care permite – prin reținerea în bazine a apelor industriale ce vin cu debite variabile – descărcarea lor în rețelele de conducte cu un debit relativ constant.

Bazinele de egalizare a concentrațiilor și uniformizare a debitelor sunt prevăzute cu sisteme constructive și dispozitive menite să ușureze amestecul, care pot fi:

– de distribuție a apei prin conducte perforate (fig. 3.8.1a) amplasate pe lățimea bazinului, sau cu rigole (fig. 3.8.1b) care să asigure o distribuție dispersată a apei pentru realizarea amestecului;

– mecanice de amestec, folosind agitatoare acționate cu motoare electrice, care, prin rotire cu o turație de circa 5 rot/min omogenizează și egalizează concentrațiile;

– de amestec cu ajutorul aerului comprimat (fig. 3.8.1c) care sunt cele mai eficiente, prin aerare realizându-se și o tratare preliminară a apelor uzate; se recomandă un debit specific de aer de circa 4 m³ la 1 m³ de apă industrială uzată.

Pentru evacuarea permanentă a unui debit practic constant (având în vedere variațiile de nivel corespunzătoare volumului fluctuant), bazinele de egalizare-uniformizare sunt prevăzute cu dispozitive cu plutitor, care reglează debitul de apă evacuat.

Volumul (capacitatea) bazinelor de egalizare a concentrațiilor și uniformizare a debitelor se determină cu relația:

$$V_t = V_e + V_f \quad [\text{m}^3] \quad (3.8.1)$$

în care:

– V_t este volumul total necesar [m³];
– V_e – volumul necesar pentru egalizarea concentrațiilor [m³];
– V_f – volumul fluctuant, sau de uniformizare a debitelor [m³].

Volumul necesar egalizării concentrațiilor trebuie să fie capabil de a prelua

debitul aferent unui ciclu de fabricație și se determină cu relația:

$$V_e = n \cdot Q_{\text{medmax}} \quad [\text{m}^3] \quad (3.8.2)$$

în care:

– n – numărul de ore al ciclului de fabricație;

– Q_{medmax} – cel mai mare dintre debitele medii orare pe cicluri de fabricație [m³/h].

Volumul fluctuant sau volumul necesar pentru uniformizarea debitelor V_f se determină prin metoda diferenței valorilor cumulate ale debitelor intrate și ieșite din bazinul de egalizare-uniformizare, punându-se condiția ca debitele ieșite să aibă o valoare constantă. Calculul se poate efectua analitic sau grafic și pentru aceasta este necesară cunoașterea cronogramei debitelor de ape uzate industriale (fig. 3.8.2).

Calculul grafic al volumului fluctuant V_f redat în figura 3.8.3, în sistemul rectangular de coordonate având în abscisă duratele ciclurilor de fabricație [h] și în ordonată, volumele de apă (intrate sau ieșite) [m³], constă în:

– trasarea curbei 1 (fig. 3.8.3) care reprezintă debitele intrate cumulate pe durata ciclului de fabricație și a curbei 2 care reprezintă debitele cumulate ieșite din bazinul de egalizare-uniformizare, pe durata aceluiași ciclu;

– determinarea diferențelor maxime (pozitive sau negative) între curbele 1 și 2 și adunarea valorilor absolute ale acestora, obținându-se volumul fluctuant necesar (de ex., pentru cele 2 cicluri de fabricație I și II, din figura 3.8.2 rezultă: $V_f = 42 + 8 = 50 \text{ m}^3$).

3.8.1.3 Scheme generale de epurare a apelor uzate

Schema tehnologică generală se întocmește cunoscând valorile indicatorilor de calitate a apelor uzate în secțiunea de intrare și valorile impuse de norme ale acestor indicatori în secțiunea de ieșire din instalația locală de epurare.

Fiecărui proces din schema tehnologică de epurare îi corespunde un aparat sau

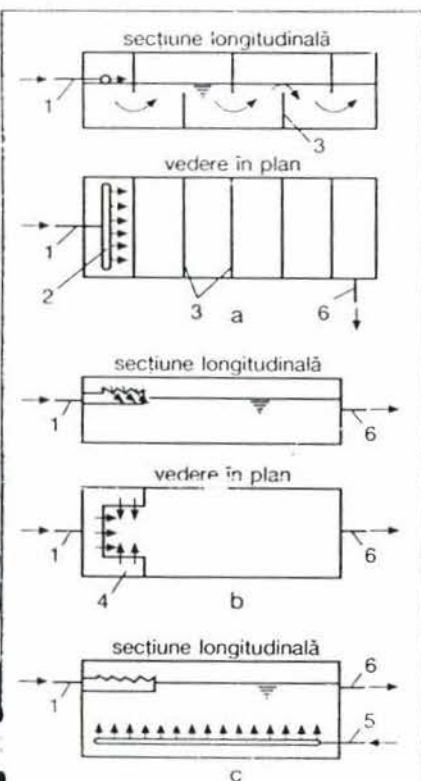


Fig. 3.8.1. Sisteme de distribuție și amestec a apei în bazinele de egalizare - uniformizare:

a – prin conducte perforate; b – cu rigole; c – amestec cu aer comprimat;
1 – conductă de intrare a apei uzate;
2 – conductă perforată; 3 – timpan;
4 – rigolă de distribuție; 5 – conductă de aer comprimat; 6 – conductă de evacuare a apei uzate cu debit practic constant.

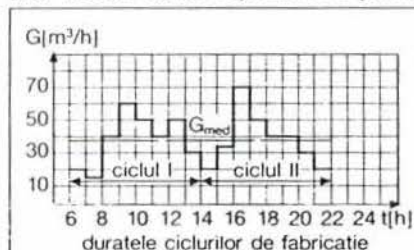


Fig. 3.8.2. Cronograma debitelor de ape uzate evacuate.

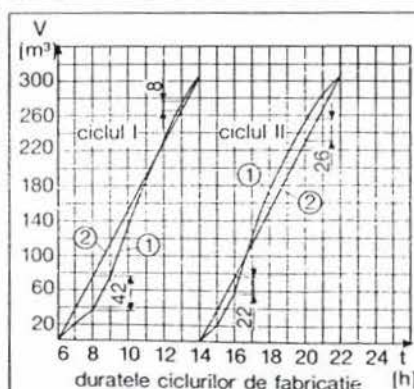


Fig. 3.8.3. Calculul grafic al volumului fluctuant al bazinelor de egalizare - uniformizare.

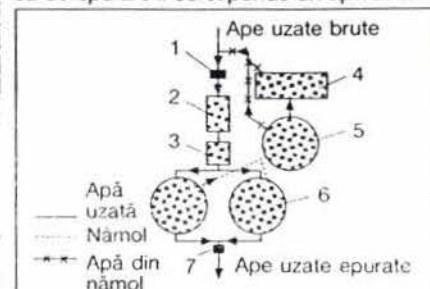


Fig. 3.8.4. Schema tehnologică generală de epurare mecanică:

1 - grătar; 2 - deznisipator; 3 - separator de grăsimi; 4 - construcție pentru deshidratarea nămolului; 5 - rezervor pentru fermentarea nămolului; 6 - decantor; 7 - stație de clorare.

o instalație care să îl realizeze efectiv, stația locală de epurare fiind ansamblul acestor aparate și instalații.

Schema tehnologică de epurare trebuie să pună în evidență atât circuitul apei cât și al nămolului rezultat. Schemele de epurare se elaborează în funcție de: gradul de epurare necesar; spațiul disponibil pentru construcția stației de epurare; modul de tratare a nămolului; felul utilajului ce urmează a fi folosit în stația de epurare; condiții locale (geotehnice, alimentare cu energie electrică, transport etc.).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecanică* (fig. 3.8.4) cuprinde un sistem de grătare prin care trec apele uzate și unde sunt reținute suspensiile groșiere.

În continuare sunt conduse la *deznisipatoare* unde, prin reducerea vitezei de curgere, se produce mai întâi sedimentarea particulelor mai mari de 2 mm, apoi la *separatoare de grăsimi* care rețin uleiurile, grăsimile și alte substanțe plutitoare. În continuare, în *decantoare* sunt reținute impuritățile aflate în suspensie gravimetrică și coloidală (cu suspensii mai mici de 2 mm), după care apa decantată este dezinfectată cu clor și apoi evacuată în conducta publică de canalizare sau în emisar.

Suspensiile, separate sub formă de nămol din decantoarele primare, sunt trimise în *rezervoare de fermentare*. Produsele gazoase principale rezultate din fermentare sunt NH_3 , H_2S , O_2 și CH_4 (metan) care este reutilizat drept combustibil în centrale termice. Centrala termică la rândul său

furnizează agent termic (apă caldă sau abur) pentru accelerarea procesului de fermentare.

Nămolul fermentat se trimite pe platforme de uscare, de unde apa rămasă din amestec este drenată și canalizată sau evacuată în emisar. În cazuri particulare, schema tehnologică de epurare mecanică locală se poate reduce la 1-2 echipamente, în funcție de caracteristicile apelor uzate (de ex.: un separator de nisip și/sau un separator de grăsimi, în cazul apelor uzate evacuate de la bucătăriile restaurantelor etc.).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecano-chimică* a apelor uzate include treapta de epurare mecanică, la care se adaugă treapta de tratare cu reactivi chimici (de neutralizare, diluare, coagulare etc.) și, în final, dezinfectarea cu clor. După tratarea chimică apele uzate au o reacție neutră ($\text{pH}=7,0$) sau slab alcalină ($\text{pH}=7,2\ldots 7,6$).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecano-biologică artificială* (fig. 3.8.5) cuprinde treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică folosind filtre biologice, biodiscuri, bazine cu nămol activ etc.

După aceste instalații, apa supusă epurării trece prin decantoare secundare în care are loc reținerea peliculei biologice desprinse de pe stratul filtrant din filtrele biologice sau a flocoanelor de nămol activ.

Cantitatea de materii solide în suspensie separabile prin decantare prezintă o deosebită importanță la dimensionarea decantoarelor și a bazinelor de fermentare a nămolurilor. Materiile solide organice dizolvate constituie impurificarea organică și pe baza ei se dimensionează treapta de epurare biologică din stațiile de epurare.

Oxygenul dizolvat (O_2) se găsește în cantități mici în apele uzate ($1\ldots 2 \text{ mg/l}$), însă numai când sunt proaspete și după epurarea biologică.

Consumul biologic de oxigen (CBO) al apelor uzate reprezintă cantitatea de oxigen consumată pentru descompunerea biologică în condiții aerobe a materiilor solide totale organice la temperatura de 20°C și timpul standard, respectiv 5 zile; în acest caz valoarea respectivă se notează cu CBO_5 (consumul biologic de oxigen la 5 zile).

Consumul biologic de oxigen exprimă gradul de impurificare a apelor uzate sau

de suprafață; cu cât valoarea acestuia este mai mare, cu atât apa este mai murdară.

– *Schemele tehnologice de epurare a apelor uzate industriale* au un caracter specific datorită diversității naturii și concentrațiilor substanțelor nocive, a mărimii și variației debitelor, presiunilor și temperaturilor apelor uzate, corespunzător industriilor din care provin.

Astfel, epurarea apelor din industria chimică pune accentul pe neutralizarea fenolilor, formaldehidelor, alcoolului metilic etc., care se găsesc în concentrații mari (de ordinul g/l) în apele uzate.

Apele uzate din industria lemnului și stufului conțin, pe lângă fibre de celuloză în suspensie, substanțe organice (alcool metilic, acid acetic, acid formic etc.) extrase din lemn și antrenate odată cu apele de spălare. Epurarea apelor uzate, în acest caz, cere un intens proces de sedimentare și apoi, tratarea prin neutralizare.

În industria textilă, procesele de finisare, care sunt principalele producătoare de ape uzate, au un caracter ciclic, astfel încât și variațiile orare ale debitelor precum și calitățile apelor uzate vor avea un caracter ciclic. Schema tehnologică de preepurare a acestor ape uzate (fig. 3.8.6) cuprinde, în principal, procesul de egalizare a concentrațiilor și uniformizare a debitelor dintr-un ciclu de fabricație, în bazine prevăzute cu instalații de aerare, care realizează atât omogenizarea amestecului, cât și oxidarea unor substanțe toxice. În aceste condiții se obține egalizarea și menținerea pH -ului apei între limitele 6,5 și 11,0 precum și eliminarea în atmosferă și oxidarea chimică a hidrogenului sulfurat. Se poate obține, de asemenea, prin efectul de diluție, reducerea concentrațiilor substanțelor fenolice și detergenților sub limitele maxime impuse de norme. Reducerea concentrațiilor este accentuată și prin efectul ulterior de diluție al apei prin amestec cu debitul de apă din canalizarea publică. Pentru reținerea resturilor de fibre și alte materiale antrenate de apele uzate, în schema de preepurare se prevăd site (fig. 3.8.6).

– *Schema tehnologică de epurare a apelor uzate provenite de la rafinăriile de petrol* (fig. 3.8.7) pune în evidență categoriile de ape uzate și procesele la care sunt supuse și anume:

– *ape uzate tehnologice* (rezultate din rafinarea, distilarea și cracarea titeiului)

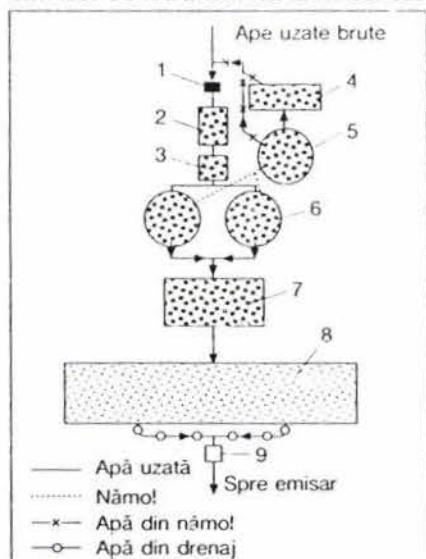


Fig. 3.8.5. Schema epurării mecano-biologice artificiale:

1 - gratar; 2 - deznisipator; 3 - separator de grăsimi; 4 - construcții pentru deshidratarea nămolului; 5 - rezervor pentru fermentarea nămolului; 6 - decantor primar; 7 - construcții pentru epurare biologică artificială (filtre biologice, bazine cu nămol activ etc.); 8 - decantor secundar; 9 - stație de clorare.

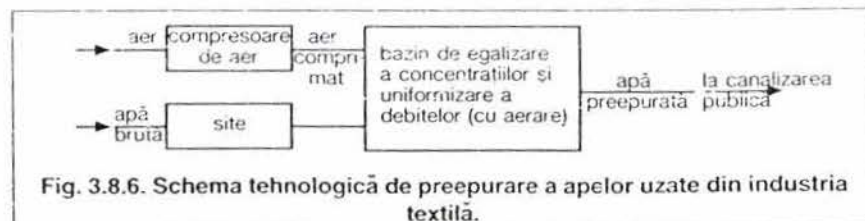


Fig. 3.8.6. Schema tehnologică de preepurare a apelor uzate din industria textilă.

având debite specifice de:

1-2 m³apă /m³itei și conținând în medie: substanțe petroliere 2000...5000 mg/l; acizi naftenici 100...200 mg/l; acizi sulfonici 20...30 mg/l; fenoli 1...5 mg/l; compuși cu sulf 20...60 mg/l; pH=6...7; CCO: 5000 ... 10000 mg O₂/l; CBO₅: 500... 1500 mg/l. Aceste ape sunt supuse proceselor de epurare mecanică, neutralizare chimică și epurare biologică;

- *ape de răcire a agregatelor*, care, pentru o diferență de temperaturi de 25 °C între temperatura de ieșire și cea de intrare ating valori ale consumurilor specifice de la 10...15 m³/t la rafinăriile cu distilare primară până la 50...80 m³/t la cele complexe putând ajunge până la 120 m³/t dacă se adaugă și consumurile specifice de apă din instalațiile energetice. Aceste ape sunt parțial sau total recirculate după o prealabilă preepurare;

- *ape uzate menajere*, care, în general, sunt supuse epurării mecanice și biologice;

- *ape meteorice*, care se impurifică cu produse petroliere și suspensii sedimentabile de pe platforme și rezervoare și care sunt supuse epurării mecanice (sedimentare), neutralizării și, eventual, epurării biologice.

3.8.2. Echipamente, utilaje și aparate pentru epurarea locală a apelor uzate

3.8.2.1 Grătare și site

Grătarul destinat reținerii suspensiilor mari (peste 10 mm) este o construcție cu bare din oțel, montate înclinat cu 60...70° față de orizontală, care poate fi curățat mecanic sau manual. Viteza de trecere a apei prin grătar este de 0,7...1 m/s.

Canalul deschis în care sunt montate grătarele (camera grătarelor) este alcătuit din 2 compartimente adiacente, cu funcționare alternativă, prevăzute cu stă-

vilare de închidere în vederea efectuării operațiilor de curățire și întreținere.

Secțiunea S de trecere a apei uzate prin golurile grătarului se calculează cu relația:

$$S = G/w \quad [\text{m}^2] \quad (3.8.3)$$

în care:

- G este debitul maxim orar al apei uzate [m³/s];

- w - viteza de trecere a apei prin golurile grătarului [m/s].

Pierdere de sarcină a apei uzate la trecerea prin grătare se calculează cu relația:

$$\Delta h = \xi \frac{w^2}{2g} \quad [\text{mH}_2\text{O}] \quad (3.8.4a)$$

$$\Delta h = \xi \frac{w^2}{2} \quad [\text{kPa}] \quad (3.8.4b)$$

unde:

$$\xi = 2,42 \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha \quad (3.8.5)$$

în care:

- s este lățimea barelor;

2,42 - coeficient pentru bare prismatice rectangulare ;

- ξ - coeficientul de rezistență locală ce depinde de forma și înclinatia barelor;

- α - unghiul de înclinare al barelor.

Sitele au același rol ca și grătarele și pot fi: plane, rotative sau vibratoare.

Sita plană este formată dintr-un panou mobil, cu ramă metalică pe care este fixată o plasă din sârmă sau o tablă perforată, cu orificii având diametre de 0,3...0,5 mm. Panoul se poate rabata peste nivelul camerei grătarului, în vederea curățirii manuale și întreținerii.

Sita plană mecanică este prevăzută cu un raclo acționat de un motor electric. În acest caz, panoul este alcătuit din 2 părți: panoul inferior perforat și cel superior neperforat, pe care materialul reținut de sită este dirijat de lamele racloare spre igheabul exterior de colectare.

Sita plană statică (fig. 3.8.3) a cărei func-

ționare se bazează pe „principiul Coandă” este alcătuită din bare din oțel inox, sau din PVC, având profilul în formă de picătură. Barele sunt dispuse orizontal, cu interspații de 0,5...1,5 mm și sunt fixate într-un cadru din oțel inox sau PVC, care realizează 3 planuri cu înclinatii diferite (fig. 3.8.8). Apele uzate sunt distribuite într-un strat uniform, pe toată suprafața sitei, cu un deversor situat la partea superioară a acesteia. Suspensiile reținute se colectează în zona inferioară, iar apele epurate trecute printre barele sitei se colectează într-un bazin de unde se evacuează liber.

Funcționarea sitei plane statice se bazează pe atracția intermoleculară, care se manifestă la contactul dintre apele uzate și materialul sitei. Acest fenomen face ca viteza de înaintare a stratului de apă uzată, răspândită uniform pe suprafața sitei, să varieze pe grosimea acestuia de la 0° la contactul cu materialul sitei, până la valoarea din partea superioară a stratului de apă uzată, în care nu se mai resimt forțele de atracție intermoleculară.

Stratul de apă uzată, în care se manifestă forțele de atracție intermoleculară și la care se asociază rezistența la curgere a apelor uzate dată de vâscozitatea acestora, poartă denumirea de *strat limită*.

O consecință a variației vitezelor pe grosimea stratului limită de ape uzate, răspândite pe suprafața sitei, este stratificarea suspensiilor conținute de acestea în funcție de densitate și mărime. Astfel, în zonele inferioare ale stratului limită se acumulează particule cu densități și volume mici, iar în zonele superioare, particule cu volume și densități mari.

Barele sitei au secțiunea transversală în formă de picătură pentru menținerea, pe o anumită porțiune, a contactului apelor uzate din stratul limită cu materialul barei, după care favorizează desprinderea particulei de corpul barei.

Sita plană statică poate reține până la 90 % din suspensii în funcție de debitul

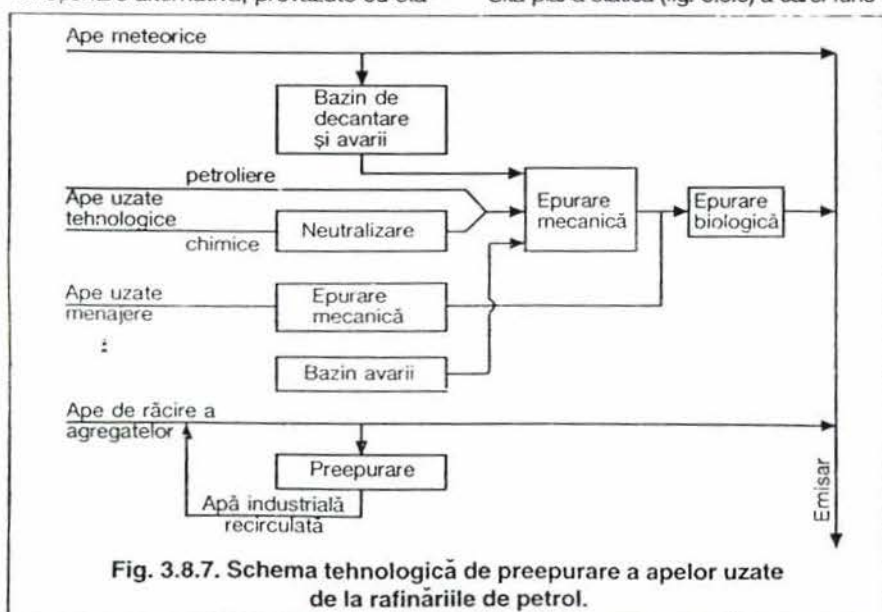


Fig. 3.8.7. Schema tehnologică de preepurare a apelor uzate de la rafinăriile de petrol.

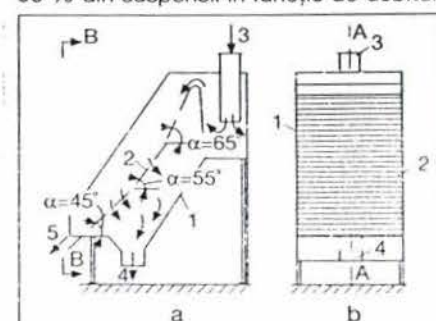


Fig. 3.8.8. Sita plană statică:

a - secțiune A - A; b - vedere B - B; 1 - construcția sitei; 2 - panouri de bare din oțel, inox sau PVC; 3 - introducere ape uzate brute; 4 - evacuare ape uzate epurate; 5 - evacuare suspensii reținute.

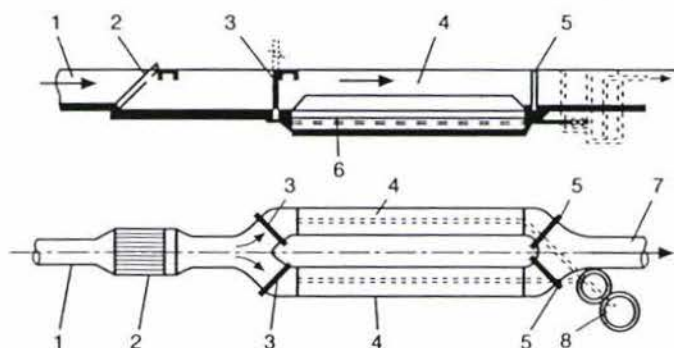


Fig. 3.8.9. Deznisipator pentru ape uzate:

1 - canal de intrare a apei uzate; 2 - grătar; 3 - batardou (stavilă); 4 - compartimente de deznisipare; 5 - stavile la ieșire; 6 - drenaj; 7 - canal de ieșire a apei deznisipate; 8 - bazin de recepție (colector).

și concentrația suspensiilor din apele uzate.

Sita rotativă este alcătuită dintr-un tambur pe care este fixată o plasă din sârmă, tablă găurită, bare metalice sau PVC. Orificiile sitei sau distanța dintre bare au mărimi de 0,5...3 mm.

Apa este răspândită uniform în interiorul tamburului, printr-un jgheab deversor. Tamburul sitei este amplasat deasupra unui bazin care preia apa filtrată. Pentru eliminarea suspensiilor reținute și evitarea colmatării sitei, tamburul are o rotație în jurul axului de 3...4 rot/min, iar împingerea suspensiilor reținute în jgheabul exterior de colectare se face cu ajutorul unei spirale sau a unor segmente de spirală, fixați tot în interiorul tamburului.

În funcție de mărimea ochiurilor sitei, instalația este prevăzută cu un sistem de spălare continuă.

Avantajul acestui tip de sită constă în faptul că permite evacuarea suspensiilor fără raclor. Sita rotativă poate reține până la 45 % din suspensii, în funcție de dimensiunile medii ale particulelor și respectiv, orificiilor sitei.

Sita vibratoare este alcătuită din 2 elemente: unul superior mobil, de care sunt fixate o plasă din sârmă sau tablă perforată cu orificii de 0,5...1 mm și un motor care îi imprimă o mișcare vibratoare; unul inferior fix, pe care este așezat elementul superior prin intermediul unor resorturi.

Suspensiile reținute din apa uzată, care este răspândită uniform pe suprafața sitei, sunt evacuate continuu, într-un jgheab de colectare dispus la capătul aval al sitci, datorită înclinării panoului sitei și a mișcării vibratorii.

Tabelul 3.8.1. Valorile recomandate pentru vitezele v ale apei prin separatoare de nisip sau nămol și ale timpului T de parcurgere a separatorului.

Natura suspensiilor	v [m/s]	T [min]
pământ	0,01...0,003	5...10
nisip	0,1...0,05	0,5...0,3

Avantajul acestui sistem constă în reducerea posibilităților de colmatare, chiar la site mai fine.

3.8.2.2 Separatoare de nisip, nămol sau resturi alimentare

Separatoarele de nisip (deznisipatoarele) și de nămol sunt construcții din beton armat având 2 compartimente (fig. 3.8.9) pentru a asigura continuitatea funcționării, când unul din compartimente este supus curățirii; dacă se proiectează un singur compartiment, (fig. 3.8.10) se prevede un canal de ocolire (by-pass) a acestuia. Secțiunea transversală a unui compartiment este de formă trapezoidală sau dreptunghiulară. Apa intră în deznisipator prin grătar, trece în camerele de sedimentare și este evacuată printr-un canal. Curățirea deznisipatorului se realizează închizând vanele stavilelor și îndepărtând apele remanente prin drenajul inferior.

Suprafața secțiunii transversale a separatorului rezultă din relația:

$$S = \frac{Q_{\max}}{v} \quad [\text{m}^2] \quad (3.8.6)$$

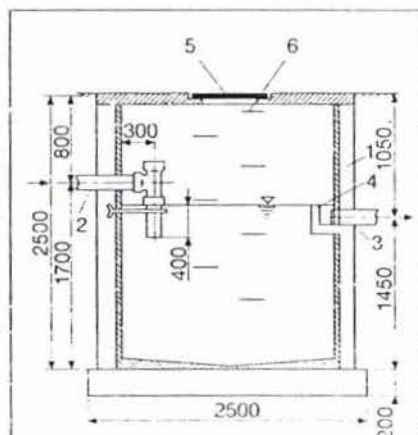


Fig. 3.8.10. Separator de nisip:

1 - corp din beton simplu sau beton armat; 2 - conductă de intrare a apei brute; 3 - conductă de ieșire a apei deznisipate; 4 - jgheab; 5 - capac; 6 - scară de acces.

în care:

- $Q_{\max}$ este debitul maxim de ape reziduale menajere ce trebuie epurate și care pot trece prin separator [m^3/s];

- v - viteza apei prin separator [m/s].

Lungimea L a deznisipatorului se calculează cu relația:

$$L = 60 \cdot v \cdot T \quad [\text{m}] \quad (3.8.7)$$

unde:

- v este viteza apei prin separator [m/s];

- T - timpul necesar apelor reziduale pentru parcurgerea separatorului [min].

Pentru viteza v și timpul T se recomandă valorile din tabelul 3.8.1, în funcție de natura suspensiilor.

Separatorul este cu atât mai eficient cu cât timpul de trecere este mai mare.

Lățimea separatorului se determină cu relația:

$$b = S/h_2 \quad [\text{m}] \quad (3.8.8)$$

în care:

- h_2 este înălțimea secțiunii de trecere a apei prin separator [m]. Se recomandă: $h_2 = 0,1...0,2$ m.

Înălțimea totală a separatorului va fi:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 0,3 \quad [\text{m}] \quad (3.8.9)$$

în care:

- h_1 este înălțimea de la nivelul terenului până la radierul conductei de intrare în separator care trebuie să fie mai mare sau cel puțin egal cu adâncimea de îngheț [m];

- h_3 - înălțimea stratului de apă „neutră” în care se produce depunerea substanțelor în suspensie [m]. Se recomandă $h_3 = 0,2...0,4$ m.

- h_4 - înălțimea spațiului de depunere: $h_4 = V/b \cdot L$ [m] (3.8.10)

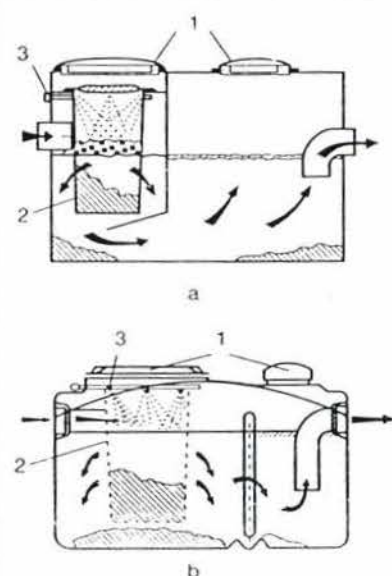


Fig. 3.8.11. Separator de resturi alimentare fabricat din:

a - oțel; b - polietilenă;

1 - capac etans;

2 - cos pentru colectarea resturilor alimentare;

3 - dispozitiv de stopire.

în care:

- V este volumul aferent pentru depuneri:

$$V = \frac{C_n}{\rho(1-u)} \quad [\text{m}^3] \quad (3.8.11)$$

unde:

- C este cantitatea de materii în suspensii ce sunt aduse zilnic în separator [kg];

- u - umiditatea relativă a depunerilor [%] (în medie $u=50\%$);

- n - numărul de zile între 2 curățiri consecutive ale separatorului;

- ρ - densitatea aparentă a depunerilor [kg/m³] (în medie, $\rho=1200$ kg/m³).

Apele uzate evacuate de la bucătăriile restaurantelor, cantinelor etc., conțin resturi alimentare (de la prepararea legumelor, zarzavaturilor etc.) care, în cantități mari, dăunează rețelei publice de canalizare. În aceste cazuri se montează separatoare de resturi alimentare (fig. 3.8.11) pe conducta de evacuare a apelor uzate menajere, din clădire. Firma SIMOP - Franța (Société

Industrielle de Moulage des Plastiques) fabrică astfel de separatoare atât din oțel (fig. 3.8.11a) cât și din polietilenă (fig. 3.8.11b), care se aleg din catalog în funcție de numărul de mese servite pe zi. Separatoarele sunt prevăzute cu un coș de colectare a reziduurilor și cu un sistem de stopire (aspensor) care să mențină aceste reziduuri în stare umedă evitând astfel colmatarea separatorului.

3.8.2.3 Separatoare de grăsimi sau uleiuri

Principalele caracteristici ale grăsimilor și uleiurilor, care determină alegerea unui anumit procedeu și tip de aparat sau echipament de separare și evacuare a acestora, din apele uzate, sunt:

- starea lor de dispersie, care poate fi sub formă de particule libere, cu diametrul mediu $d > 100 \dots 250 \mu\text{m}$, sau emulsii cu $d < 100 \mu\text{m}$, rezultate ca urmare a acțiunii unor factori mecanici sau de

existență în mediul apă-ulei (grăsimi) a unor agenți de emulsie folosiți în procesele de producție (substanțe albuminoide, particule fine de argilă etc.);

- densitatea uleiurilor (grăsimilor) și natura lor (minerală, vegetală, animală); în general, densitățile grăsimilor și uleiurilor au valori $\rho_{g,u}=0,85 \dots 0,98$ kg/dm³ față de densitatea apelor uzate, $\rho_{au}=1,0 \dots 1,005$ kg/dm³.

- vâscozitatea uleiurilor (grăsimilor) și respectiv, a apelor uzate;

- concentrația uleiurilor (grăsimilor) în apele uzate;

- pH-ul amestecului apă-ulei (grăsimi);

- încărcarea electrostatică a particulelor de ulei (grăsimi);

- existența în apele uzate a unor substanțe care pot provoca reacții chimice favorizante sau inhibante proceselor de separare a uleiurilor (grăsimilor).

Pentru separarea grăsimilor și uleiurilor se aplică procedeele de flotare naturală sau artificială (prin insuflare de aer comprimat). Grăsimile și uleiurile se ridică la suprafața apei uzate sub forma unei pelicule spumoase, de unde sunt colectate și evacuate prin diferite sisteme.

O condiție de bază pentru asigurarea flotatiei naturale este ca în bazinul separatorului să nu apară fenomene de turbulență, respectiv circulația apelor uzate și a particulelor de substanțe grase să se realizeze la numere Reynolds mici.

Astfel, pentru circulația apelor uzate $Re=(v_L R)/\nu \leq 200$, iar pentru circulația particulelor de substanțe grase $Re^*=(v_r D)/\nu \leq 1$

în care:

- v_L este viteza de deplasare a apelor

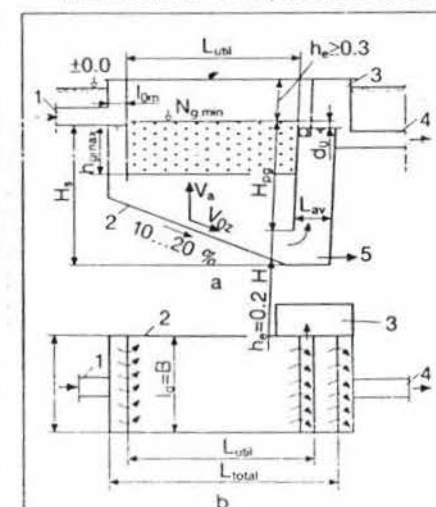


Fig. 3.8.14. Separator de produse petroliere prin flotare naturală:

a - secțiune longitudinală;
b - vedere în plan;

1 - conductă de intrare apă uzată brută;
2 - construcția separatorului; 3 - colector de grăsimi; 4 - evacuare ape uzate degresate; 5 - evacuare depuneri.

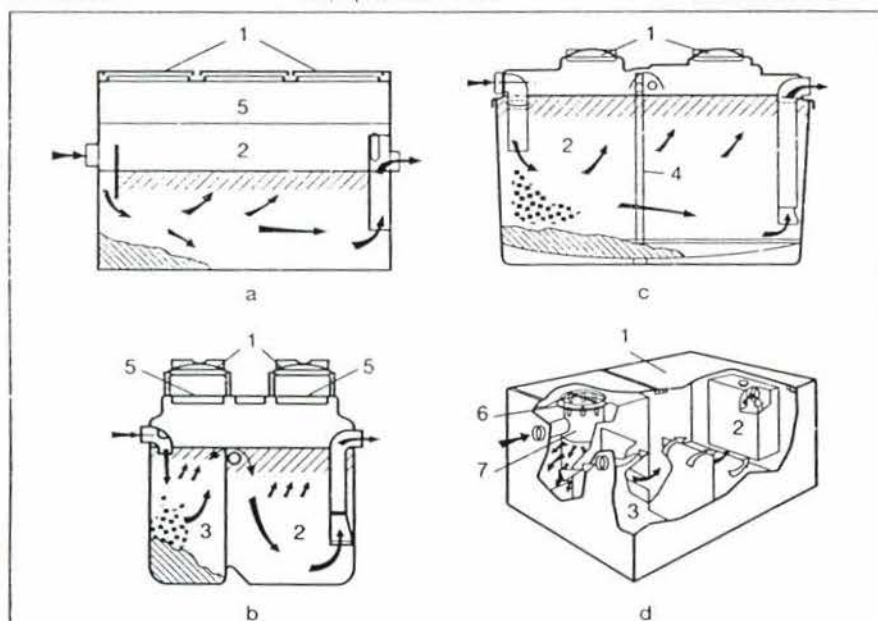


Fig. 3.8.12. Separatoare de grăsimi fabricate din:

a - oțel; b - polietilenă; c - poliester;

d - separator polyvalent (grăsimi și resturi alimentare);

1 - capac etanș; 2 - separatorul de grăsimi; 3 - separator de nămol încorporat; 4 - coloană de extracție; 5 - nivelul maxim; 6 - dispozitiv de stopire; 7 - coș pentru colectarea reziduurilor.

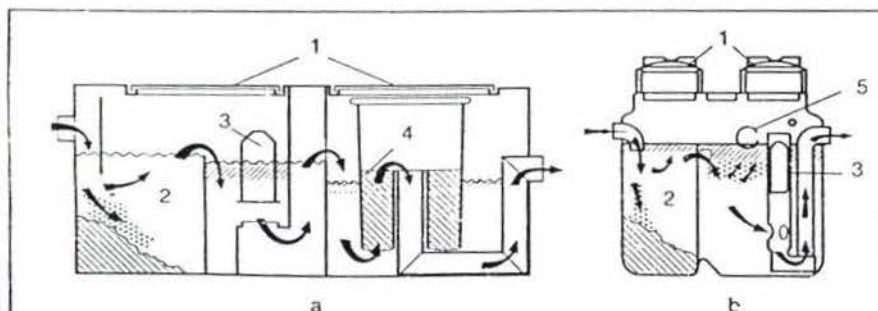


Fig. 3.8.13. Separatoare de ulei cu:

a - filtru de ulei; b - separator de nămol și obturator încorporat;

1 - capac etanș; 2 - separator de nămol; 3 - obturator; 4 - filtru de ulei; 5 - evacuare ulei.

uzate [m/s];

- R - raza hidraulică a secțiunii de curgere a apelor uzate prin bazinul separatorului [m];

- ν - vâscozitatea cinematică a apelor uzate [m²/s];

- v_r - viteza de ridicare (flotare) a particulelor de substanțe grase

$$v_r = \frac{gD^2(\rho_{au} - \rho_{gu})}{18\mu} \quad [\text{m/s}];$$

- μ - vâscozitatea dinamică a apelor uzate [N·s/m²], respectiv [Pa·s].

În instalațiile locale de epurare, de capacități mici, cu debite cuprinse între 1,5 și 1000 l/s se folosesc separatoare de uleiuri și grăsimi bazate pe flotare naturală, fără utilaje și dispozitive de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor) de tip compact (monobloc) fabricate în peste 50 de modele, din oțel, polietilenă sau poliesten (fig. 3.8.12 și fig. 3.8.13, firma SIMOP, Franța). Aceste separatoare sunt recomandate pentru epurarea apelor uzate provenite de la bucătăriile restaurantelor, cantinelor etc., sau de la garaje, stații de spălare auto etc. având încorporate atât separatoare de grăsimi sau uleiuri cât și separatoare de nămol.

Înălțimea spațiului de colectare a grăsimilor se determină cu relația:

$$h_s \leq h_a \frac{\rho_{au}}{\rho_s} \quad [\text{m}] \quad (3.8.12)$$

în care:

- h_s este înălțimea spațiului ocupat de substanțele separate [m];

- ρ_s - densitatea aparentă a substanțelor separate [kg/m³];

- h_a - înălțimea coloanei de apă de la radierul teului de evacuare până la baza

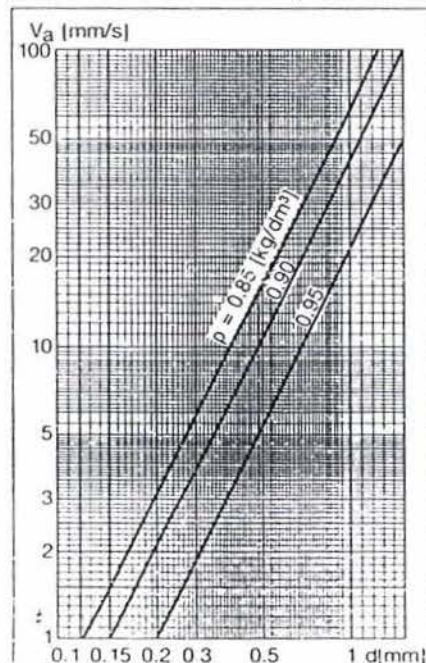


Fig. 3.8.15. Nomogramă pentru determinarea vitezei ascensionale, v_a , a substanțelor grase.

acestui [m];

- ρ_{au} - densitatea aparentă a apelor uzate [kg/m³].

Lungimea separatorului se calculează cu relația:

$$L = 60 \cdot \nu \cdot T \quad [\text{m}] \quad (3.8.13)$$

în care:

- $\nu = 0,004 \dots 0,006$ m/s este viteza de trecere a apei prin separator;

- $T = 240 \dots 360$ s, timpul de traversare a apei prin separator.

Pentru separarea produselor petroliere prin flotare naturală, se recomandă separatoare de capacitate mică (fig. 3.8.14), cu volume până la 30 m³, la care colectarea și evacuarea substanțelor grase flotate se efectuează fără utilaje mecanice. Se recomandă: viteza de trecere a apei $\nu = 0,015$ m/s pentru substanțe petroliere cu densitatea $\rho_u = 0,9$ kg/dm³ și diametre medii ale particulelor $d \leq 150$ μm; timpul de retenție în separator, $T = 180 \dots 1200$ s în funcție de concentrația substanțelor grase și de temperatura apelor uzate; adâncimea utilă a separatorului $H_s = 1,2 \dots 3$ m; raportul între lungimea utilă L_{ut} și lățimea B a separatorului $L_{ut}/B \geq 2,5$. Viteza ascensională v_a , a substanțelor grase, se determină din diagrama redată în figura 3.8.15 în funcție de diametrul mediu al particulelor d și densitatea acestora ρ_u .

Înălțimea H_g a stratului de substanțe grase separate se determină cu relația:

$$H_g = \frac{a}{1 - \frac{\rho_u}{\rho_{au}}} \quad (3.8.14)$$

în care a este diferența între cotele celor două deversoare (fig. 3.8.14);

ρ_u - densitatea substanțelor petroliere; ρ_{au} are semnificația din relația 3.8.12.

Pentru debite mari de ape uzate se folosesc separatoare de substanțe grase cu flotare naturală, având volume de peste 30 m³ și lungimi de 5...7 m, do-

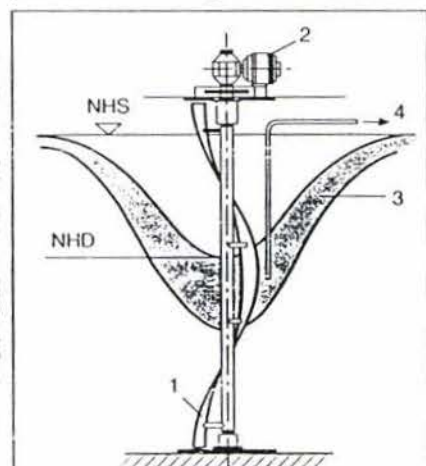


Fig. 3.8.16. Rotor elicoidal pentru colectarea uleiurilor (grăsimilor):

1 - elice; 2 - electromotor cuplat cu reductor de turație; 3 - ulei colectat; 4 - evacuare ulei colectat. NHS - nivel hidrostatic; NHD - nivel hidrodinamic.

tate cu utilaje de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor). Astfel, în bazine cu secțiune circulară sau pătrată, se pot folosi rotoare elicoidale (fig. 3.8.16). Acestea, prin mișcarea de rotație în jurul axului, realizează în masa apelor uzate un vârtej cu nucleu. Datorită forțelor centrifuge care se dezvoltă, apa este împinsă spre periferia bazinului de separare, iar uleiurile (grăsimile), mai ușoare, se acumulează în nucleul vârtejului de unde se pot evacua prin pompe, sifoane, sau gravitațional, prin conducte, în funcție de mărimea bazinului de separare, de cantitatea de ulei ce trebuie evacuat, precum și de amplasamentul separatorului.

Pentru bazinele de separare longitudinale, se poate adopta tipul de utilaj prezentat în figura 3.8.17 care asigură conducerea uleiurilor și spumei flotate spre igheabul de evacuare și a depunerilor de pe radier, spre bașa de colectare, de unde sunt evacuate prin pompă.

În cazul în care trebuie colectate și evacuate cantități mari de uleiuri libere și în special de petrol, această operație se poate realiza cu ajutorul unui mecanism (fig. 3.8.18) alcătuit din discuri confecționate din materiale oleofile (oțel inox, aluminiu),

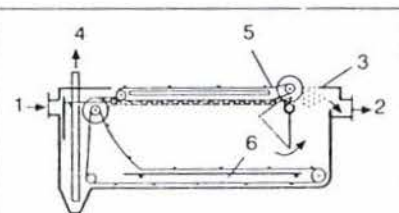


Fig. 3.8.17. Colectarea și evacuarea uleiurilor (grăsimilor) prin racloare de suprafață și racloare imersate:

1 - intrare ape uzate; 2 - evacuare ape uzate; 3 - igheab fix de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor) separate; 4 - evacuare depuneri; 5 - racloare de suprafață; 6 - racloare imersat.

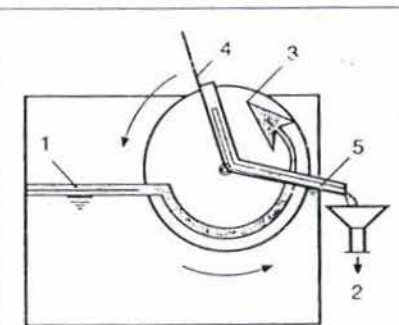


Fig. 3.8.18. Instalație de colectare și evacuare a uleiurilor alcătuită din discuri confecționate din materiale oleofile:

1 - strat de ulei; 2 - evacuarea uleiului colectat; 3 - disc mobil din materiale oleofile; 4 - racloare fix; 5 - igheab de dirijare a uleiului colectat pe disc.

montate pe un ax care se rotește cu o turație a cărei mărime se stabilește în funcție de caracteristicile uleiurilor ce trebuie colectate și de volumul acestora. Uleiurile colectate pe suprafețele discurilor sunt îndepărtate cu racloare fixe, care le dirijează spre un jgheab fix, cu descărcare într-un bazin colector.

Separatoarele de grăsimi cu flotatie artificială (fig. 3.8.19), prin insuflare de aer comprimat la presiune joasă (0,5...0,7 bar), se folosesc pentru eliminarea particulelor fine de grăsimi (cu diametrul mediu al particulelor $d < 150 \mu\text{m}$), care aderă pe bulele de aer, ridicându-se la suprafață.

Difuzia aerului de presiune joasă în separatorul de grăsimi se face pe radierul acestuia, prin plăci poroase confecționate din ceramică sau sticlă sinterizată, cu mărimea porilor cuprinsă între 20 și 400 μm , care realizează dispersia aerului în bule de 8...20 ori mai mari decât mărimea porului. Viteza ascensională a particulelor de grăsimi este $v_a = 8...15 \text{ m/h}$.

Încărcarea artificială u_s trebuie să îndeplinească condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A} \leq v_a \quad [\text{m/s}] \quad (3.8.15)$$

în care:

- Q_c este debitul de calcul al apei uzate [m^3/s];

- A - aria suprafeței orizontale la oglinda apei pentru debitul de calcul Q_c , determinată cu relația:

$$A = n B_1 L \quad [\text{m}^2] \quad (3.8.16)$$

unde:

- n este numărul de compartimente în funcțiune;

- B_1 - lățimea unui compartiment măsurată la oglinda apei pentru debitul de calcul Q_c ; se recomandă $B_1 = 2...4,5 \text{ m}$;

- L - lungimea utilă a separatorului; se recomandă raportul $L/B_1 \geq 2,5$;

Viteza longitudinală a apei uzate se determină cu relația:

$$v_L = \frac{Q_c}{n S_1} \quad [\text{m/s}] \quad (3.8.17)$$

în care S_1 este aria secțiunii transver-

sale a unui compartiment [m^2], determinată cu relația:

$$S_1 = \frac{b + B_1}{2} H \quad [\text{m}^2] \quad (3.8.18)$$

unde:

- b este lățimea compartimentului la partea inferioară [m], determinată din condițiile respectării adâncimii H a apei din separator, a unghiului $\alpha = 60...70^\circ$ de înclinare a pereților față de orizontală (la interior) și a asigurării spațiului necesar realizării sistemului de distribuție a aerului comprimat sub formă de bule fine;

- H - adâncimea apei în separatorul de grăsimi, măsurată între oglinda apei pentru debitul de calcul și nivelul superior al plăcilor poroase de distribuție a aerului comprimat, din sticlă sinterizată, sau al stratului de pietriș ce acoperă plăcile [m]. Se recomandă $H = 1,2...3 \text{ m}$.

Viteza longitudinală a apei v_L trebuie să îndeplinească condiția: $v_L \leq 15 \mu\text{s}$.

Timpul mediu de trecere, T , se recomandă să fie 5...12 min și se poate verifica cu relația: $T = L/v_L$.

Supraînălțarea h_v a pereților deversori ai jgheaburilor de colectare a grăsimilor peste nivelul apei aferent debitului de calcul se determină din condiția ca debitul de verificare Q_v să nu depășească creasta acestor pereți deversori, iar timpul mediu de trecere t_v a apei prin separator la acest debit, să respecte condiția:

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} \geq 4 \text{ min} \quad (3.8.19)$$

în care V_v este volumul de apă din separatorul de grăsimi corespunzător debitului de verificare Q_v [m^3] determinat cu relația:

$$V_v = V + n B_1 L \cdot h_v = n S_1 L + n B_1 L \cdot h_v$$

Debitul de aer Q_{aer} , la presiunea de 0,5...0,7 bar, se determină cu relația:

$$Q_{aer} = q_{aer} Q_c \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.8.20)$$

în care q_{aer} este debitul specific [$\text{m}^3 \text{ aer} / \text{m}^3 \text{ apă uzată}$];

în cazul insuflării prin materiale poroase: $q_{aer} = 0,3$ [$\text{m}^3 \text{ aer} / \text{m}^3 \text{ apă uzată}$].

Pentru separarea grăsimilor dispersate în particule fine cu dimensiuni sub 100 μm , care în mare parte sunt emulsionate, se folosesc separatoare cu aer dizolvat, prin presurizarea aerului în apele uzate, la presiunea de 3...6 bar.

Colectarea și evacuarea uleiurilor (grăsimilor) flotante cu aer comprimat dispersat prin diverse sisteme: difuzori poroși, detentă, aeratoare imersate, cu sau fără adaos de agenți de flotatie, se poate realiza numai prin racloare de suprafață, pentru uleiurile și spumele flotante și racloare imersate, pentru depunerile ce se acumulează pe radierul bazinului de separare.

Pentru bazinele cu secțiune circulară, se poate adopta un raclor circular, de tipul celui prezentat în figura 3.8.20.

Volumul camerei de flotatie se calculează cu relația:

$$V = \beta Q_c t \quad [\text{m}^3] \quad (3.8.21)$$

în care:

- Q_c este debitul de calcul al apelor uzate, [m^3/h];

- $t = 0,15...0,25 \text{ h}$ - timpul de retenție hidraulică;

- β - coeficient experimental.

Suprafața de flotare este:

$$S = \alpha (V/h) \quad [\text{m}^2] \quad (3.8.22)$$

unde $\alpha = 1,1$ este un coeficient experimental (de aglomerare a spumei pe suprafața de flotare) iar $h = 2...4 \text{ m}$. Debitul de aer necesar pe unitatea de suprafață activă a zonei de flotare este $q = 40...50$ ($\text{m}^3/\text{h aer} / \text{m}^2$), iar debitul de aer necesar pe unitatea de debit de apă uzată este $q' = 0,6...1$ ($\text{m}^3/\text{h aer} / (\text{m}^3/\text{h apă uzată})$).

3.8.2.4 Echipamente și instalații locale de epurare chimică a apelor uzate

După concentrațiile de nocivități de na-

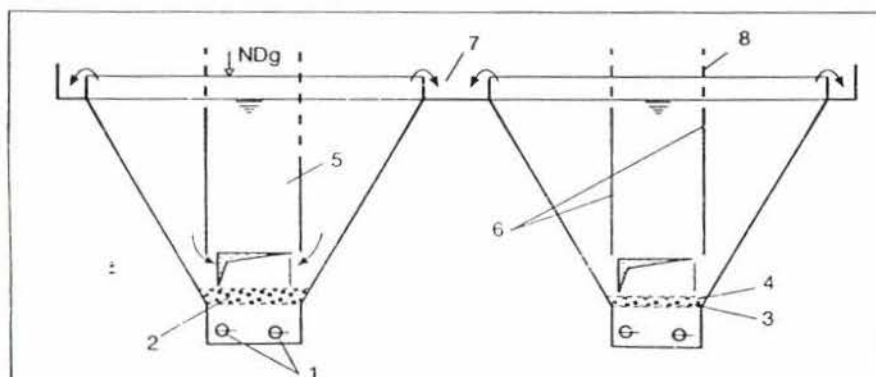


Fig. 3.8.19. Separator de grăsimi cu flotatie artificială:

1 - țevi perforate pentru distribuția aerului sub presiune; 2 - plăci din sticlă sinterizată sau ceramică poroasă; 3 - strat pietriș 15...30 mm (10 cm); 4 - strat de nisip 0...15 mm (5 cm); 5 - spațiu de flotare; 6 - ecran de separare a spațiilor de flotare; 7 - canal de colectare grăsimi; 8 - grilaj din bare de lemn.

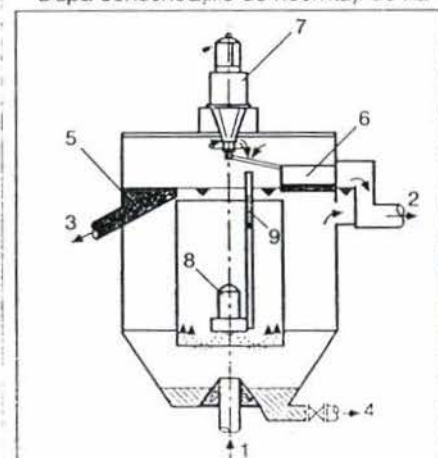


Fig. 3.8.20. Raclor circular de colectare și evacuare a uleiurilor:

1 - introducere ape uzate; 2 - evacuare ape uzate brute; 3 evacuare ulei flotant; 4 - evacuare depuneri; 5 - ulei flotant; 6 - racloare radial; 7 - grup electromotor de antrenare a racloarelor; 8 - aerator imersat; 9 - aspirație aer.

tură chimică din apele uzate, se disting ape:

- de spălare, cu concentrații de 100...200 mg substanțe nocive de apă uzată;
- concentrate, conținând de la 200 până la 1000 g/l substanțe nocive.

Principalele sisteme de epurare chimică a apelor uzate industriale sunt:

- staționar, care se adoptă pentru debite mici de ape uzate ($Q < 10 \text{ m}^3/\text{h}$) și funcționează pe principiul acumulare - epurare, adaosul de reactivi chimici pen-

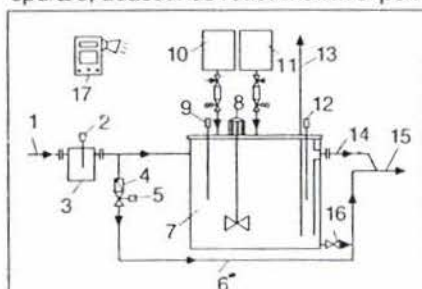


Fig. 3.8.21. Instalația locală pentru epurarea chimică a apelor uzate:

- 1 - intrare ape uzate impurificate chimic;
- 2 - pH-metru (valoare inițială);
- 3 - rezervor cu capacitatea 50 l;
- 4 - clapetă; 5 - robinet acționat cu motor electric; 6 - conductă de ocolire (pentru ape uzate neutre); 7 - bazin de reacție; 8 - agitator acționat de motor electric; 9 - pH-metru; 10 - aparat dozator cu soluție HCl 30 %; 11 - aparat dozator cu soluție NaOH, 30 %; 12 - pH-metru (valoare finală); 13 - conductă de aerisire; 14 - conductă de evacuare a apei neutralizate; 15 - racord la conducta publică de canalizare; 16 - robinet de golire; 17 - aparat de semnalizare acustică.

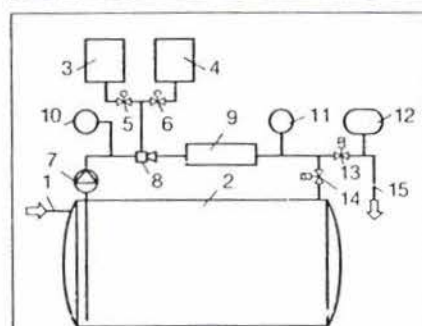


Fig. 3.8.22. Instalația locală pentru neutralizarea apelor uzate:

- 1 - intrare ape impurificate chimic;
- 2 - rezervor; 3 - aparat dozator cu soluție HCl, 30 %; 4 - aparat dozator cu soluție NaOH, 30 %; 5 și 6 - ventile de reglare; 7 - pompă; 8 - ejector; 9 - cameră de reacție; 10 - pH-metru (valoare inițială); 11 - pH-metru (după amestec); 12 - pH-metru (valoare finală); 13 și 14 - ventile de reglare; 15 - evacuare ape uzate neutralizate la canalizarea publică.

tru tratare făcându-se manual;

- cu funcționare continuă, care se adoptă pentru debite medii și mari ($Q > 10 \text{ m}^3/\text{h}$), adaosul de reactivi chimici făcându-se automatizat;

- cu funcționare mixtă, care este o combinație a sistemului staționar pentru apele cu debite mici și a sistemului continuu pentru apele cu debite mari;

- cu funcționare în circuit închis care se adoptă atunci când apele de spălare trebuie să aibă un conținut redus de săruri sau când costul apei fiind ridicat, apare necesitatea recirculării parțiale sau totale a debitului de apă uzată.

Instalația locală pentru epurarea chimică a apelor uzate (fig. 3.8.21), cuprinde un bazin de colectare având în același timp și rolul de bazin de reacție. Apele uzate sunt, de regulă, neutralizate cu acid clorhidric și, respectiv, hidroxid de sodiu, fiecare în concentrații medii de 30 %, introduse în bazin din aparate dozatoare, prin ventile electromagnetice comandate de pH-metre. Pentru omogeneizarea amestecului din bazin se folosește un agitator mecanic, acționat de un motor electric.

De regulă, instalația cuprinde două bazine cuplate în paralel, cu funcționare alternativă. Când se folosește un singur bazin se prevede o conductă de ocolire a acestuia prin care pot fi evacuate apele uzate (pe un interval de timp scurt, cât durează operațiile de golire, curățire a bazinului etc.) cu condiția ca pH-ul măsurat în secțiunea de intrare să nu depășească valoarea maximă admisă pentru evacuarea apelor uzate în rețeaua publică de canalizare.

Pentru debite mici de ape uzate impurificate chimic, evacuate discontinuu (de la laboratoare, afânarea, spălarea și, în special, regenerarea filtrelor H-cationice folosite pentru dedurizarea și demineralizarea apei), ca și pentru scurgeri accidentale de ape acide (probe, goliri etc.) se folosește instalația locală de neutralizare (fig. 3.8.22), care cuprinde un rezervor de colectare, din care apele uzate sunt aspirate de o pompă și refulate într-un ejector. Camera de aspirație a ejectorului este racordată printr-o conductă la aparatele dozatoare cu soluție de acid clorhidric, respectiv, cu soluție de hidroxid de sodiu, fiecare în concentrație medie de 30 %.

Amestecul dintre apa uzată și substanțele chimice este refulat de ejector într-o cameră de reacție. Reglarea dozimetrică a substanțelor chimice de neutralizare se realizează cu ventile electromagnetice comandate de pH-metre. După neutralizare (constatată prin măsurarea pH-ului final) apele uzate sunt evacuate în conducta publică de canalizare.

3.8.2.5 Echipamente și instalații locale de epurare mecano-biologică artificială

a apelor uzate

Instalația locală de epurare mecano-biologică artificială (tip AWAS, fig. 3.8.23, tab. 3.8.2) se recomandă pentru așezări mici (până la 50 de locuitori) gospodării țărănești, case de vacanță, campinguri, hoteluri, restaurante, baze sportive etc.

Decantarea primară, unică și/sau înseriată, respectiv compartimentată asigură reținerea suspensiilor groșiere și medii. Printr-un sistem de tuburi imersate sunt colectate și evacuate grăsimile și uleiurile.

După decantarea primară urmează epurarea biologică aerobă a apelor uzate prin intermediul instalațiilor de aerare. Aerul necesar procesului este asigurat de un compresor (sau suflantă) a cărui funcționare este ciclică. Timpul de aerare este reglat în funcție de gradul de încărcare a apelor uzate, asigurând o activare corespunzătoare a depunerilor care în amestec cu apa ajung în decantorul secundar.

Nămolul decantat aici este recirculat parțial (prin sistem pneumatic) în bazinul de aerare, iar cel excedentar este trimis în depozitul de nămol al decantorului primar, de unde, periodic, este evacuat.

Din căminul de racord apele epurate sunt evacuate în conducta publică de canalizare sau în emisar.

Problema variației debitului apelor uzate, adică a încărcării instalației cu șocuri hidraulice, este rezolvată fie prin realizarea unui bazin colector de omogenizare, fie prin prevederea unui hidroelevatoare.

Avantajele acestui tip de instalație sunt următoarele: randament de epurare ridicat 96 %; instalație de aerare ușor adaptabilă necesarului de aer în funcție de încărcarea organică a apelor uzate; suprafață de amplasare redusă; material de execuție: beton și PVC; se racordează ușor la rețeaua de canalizare.

Pentru debite mici de ape uzate se recomandă instalația redată în figura 3.8.24 cuprinzând, în esență, un recipient paralelipipedic, care prezintă în partea superioară o gură de acces și are dispuse, pe părțile laterale, o conductă de alimentare și alta de evacuare. Interiorul recipientului este subdivizat în 3 zone ce se află în intercomunicare: de intrare, de aerare și de decantare.

În zona de intrare se găsește o cameră formată dintr-un tub deschis la bază și sus. Capătul inferior al tubului este traversat de o conductă de distribuție a aerului comprimat, iar în interiorul tubului este dispus un agitator antrenat de un motor electric.

În zona de aerare se găsesc pachete de plăci realizate din material sintetic, dispuse înclinat cu un unghi de circa 3°, cu spații egale între ele sub care sunt dispuse orificiile de eiecție. Plăcile sunt netede pe o față și prezintă, pe fața cealaltă, profile în formă de canale deschise spre bază și dirijate orizontal.

Zona de decantare este separată de zona de aerare printr-un perete ce se întinde pe toată lățimea recipientului și care la partea inferioară este înclinat la 45°, creând o secțiune liberă față de baza recipientului cu ajutorul căreia se realizează legătura între cele 2 zone.

Recipientul este umplut permanent cu apă uzată până la nivelul conductei de evacuare. Cu ajutorul unui compresor (nefigurat), se refoalează, constant, aer, străbătând orificiile de eiecție și parcurgând zona de aerare de la bază în sus. Bulele de aer rămase sunt reținute de plăci prin intermediul canalelor, pentru ca

după un timp scurt să fie împinse de bulele de aer următoare. Apa uzată, conținută în camera de aerare intră în contact intensiv cu aerul, iar în caz de aflus al apelor uzate, apa tratată din zona de aerare este refulată în zona de decantare, unde aceasta urcă lent.

Aerul ce străbate tronsonul conductei de distribuție, plasat direct dedesubtul fundului oblic al peretelui despărțitor, produce o aspirație, ceea ce face ca nămolul activ care alunecă pe perete să fie adus în zona de aerare.

Când prin conducta de aerare sosește o cantitate de apă uzată, ea pătrunde

imediat în camera de intrare, fără a fi perturbat procesul de epurare aerobă din zona de aerare, iar reziduurile grosiere din această apă sunt fărâmițate în camera de intrare, prin turbulența produsă de curentul ascendent de bule de aer care ies prin conducta de distribuție. Agitatorul mecanic contribuie la o fărâmițare rapidă și intensivă. Prin intermediul unui întrerupător agitatorul este acționat de câte ori se produce un aflus de apă uzată către camera de intrare.

3.9. Tehnologii de execuție și montare a instalațiilor de canalizare

Tabelul 3.8.2. Caracteristicile funcționale și de gabarit ale instalației locale de epurare mecanobiologică (tip AWAS, fig 3.8.23)

Tipul instalației	MBA 8	MBA 12	MBA 16	MBA 20	MBA 25	MBA 30	MBA 40	MBA 50
Nr. locuitori	8	12	16	20	25	30	40	50
Date de dimensionare								
Debit zilnic [m ³ /zi]	1,2	1,8	2,4	3,0	3,75	4,5	6,0	7,5
Debit orar max. [m ³ /h]	0,12	0,18	0,24	0,3	0,375	0,45	0,6	0,75
Debit zilnic mediu [m ³ /h]	0,05	0,075	0,1	0,125	0,156	0,188	0,25	0,313
Conținut de poluanți [kg CBO ₅ /zi]	0,48	0,72	0,96	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0
Dimensiuni de gabarit								
Adâncimea totală H _t [m]	2,40	2,55	2,65	2,70	2,80	3,16	3,70	3,40
Înălțimea utilă H _{ul} [m]	1,20	1,35	1,45	1,50	1,58	1,96	2,50	2,18
Nr bazine [buc]	2	2	2	2	2	2	2	2
Diametrul interior D ₁ [m]	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
Diametrul interior D ₂ [m]	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
Diametrul interior D ₃ [m]	1,20	1,20	1,20	1,60	1,60	1,60	1,60	1,80

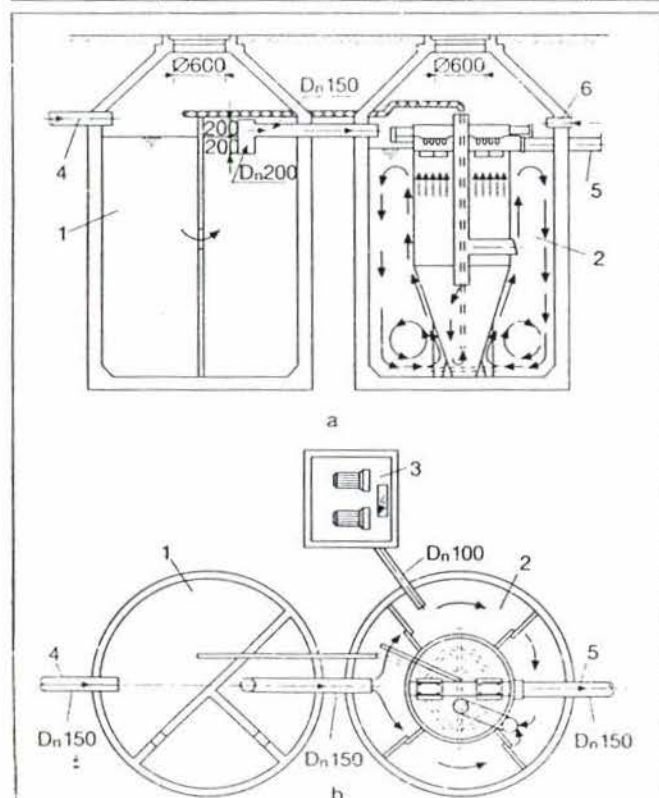


Fig. 3.8.23. Instalație locală de epurare mecanobiologică artificială a apelor uzate (tip AWAS):

a - secțiune; b - vedere în plan;

1 - decantor primar; 2 - bazin de aerare cuplat cu decantor secundar; 3 - cămin pentru suflante; 4 - conductă de intrare a apelor uzate (Dn=150 mm); 5 - conductă de ieșire a apei epurate (Dn = 150 mm); 6 - conductă de intrare aer comprimat.

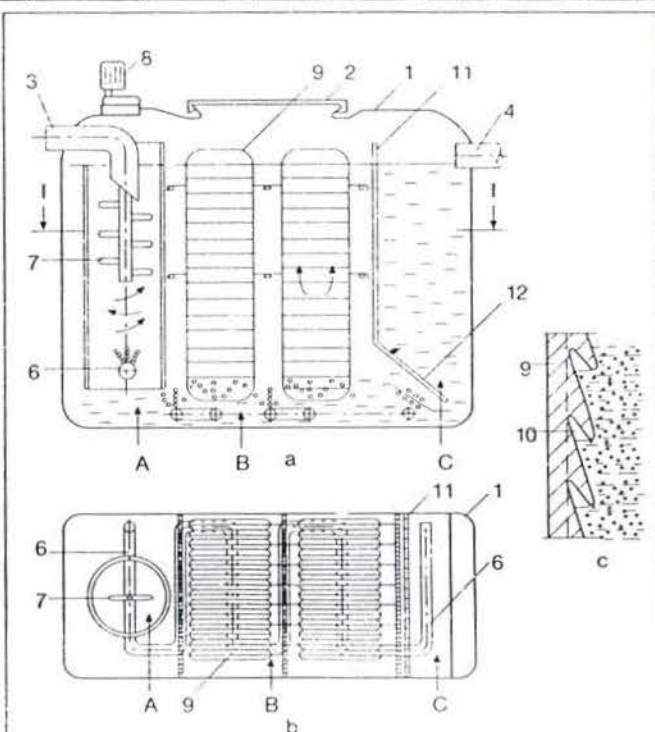


Fig. 3.8.24. Instalație locală cu dimensiuni mici, pentru epurarea mecanobiologică a apelor uzate:

a - schemă; b - secțiune orizontală I-I; c - detaliu;

A - zona de intrare; B - zona de aerare; C - zona de decantare; 1 - recipient paralelipipedic; 2 - gură de acces; 3 - conductă de alimentare; 4 - conductă de evacuare; 5 - cameră de intrare; 6 - conductă de aer comprimat; 7 - agitator; 8 - motor electric; 9 - pachete de plăci; 10 - canal; 11 - perete despărțitor; 12 - fund oblic.

3.9.1. Scule, utilaje și dispozitive folosite la execuția și montarea instalațiilor de canalizare

Se folosesc aceleași scule, utilaje și dispozitive, ca și la instalațiile de alimentare cu apă. Există o mare varietate de scule, utilaje și dispozitive, cu performanțe tehnice ridicate, produse atât în țară cât și în străinătate, astfel că, pentru o documentare completă, este necesară consultarea cataloagelor firmelor producătoare.

Elementele de progres tehnic în acest domeniu constau în lărgirea gamei de materiale de conducte ce pot fi prelucrate cu același utilaj (de exemplu: dispozitiv de tăiat țevi și tuburi din polietilenă, polipropilenă, PVC sau țevi metalice prin simpla schimbare a cuțitului; dispozitivul de șanfronat țevi etc), fiabilitatea mare a utilajelor, sculelor și dispozitivelor conferită de materialele folosite la fabricarea lor (aliaje de Cr-Va, oțel carbon etc.), greutatea redusă (care micșorează efortul depus la manevrarea lor) și elementele de ordin ergonomic.

3.9.2. Montarea rețelilor interioare de canalizare

• *Montarea colectoarelor orizontale de canalizare* se începe de la ieșirea ei din clădire, mergându-se către coloana cea mai îndepărtată care trebuie racordată.

La montarea colectoarelor se pun următoarele probleme :

- respectarea pantei de montare prevăzută în proiect;
- verificarea corespondenței dintre cota de ieșire a tubului de canalizare din clădire și cea a canalizării exterioare la care se racordează; această verificare se face cu ajutorul unui tub din cauciuc, prevăzut la capete cu tuburi din sticlă gradate, umplut cu apă.

Colectoarele orizontale de canalizare se pot monta aparent sau îngropat.

La clădirile cu subsol tehnic, tuburile de canalizare se montează aparent, pe console, brățări sau susținătoare metalice (fig. 3.9.1).

În cazul construcțiilor fără subsol, amplasate în terenuri macroporice (sensibile la înmuiere), montarea conductelor sub pardoseala parterului nu este admisă, cu excepția încăperilor pentru fabrici și ateliere, la care se admite montarea conductelor de canalizare în canale din beton nevizitabile (fig. 3.9.2).

La montarea colectoarelor sub pardoseală se prevăd curbe cât mai deschise și piese de ramificație la 45°, pentru ca scurgerea să se facă ușor și să se elimine pericolul de înfundare. Dacă din diverse motive este totuși necesar să se monteze ramificații cu deschideri mai mari, de

exemplu, de 70°, atunci pe conducta principală, după fiecare ramificație de 70°, se montează un tub de curățire așezat în cămin de vizitare executat în pardoseală.

Pe colectorul orizontal, în dreptul fiecărei coloane, se montează câte o ramificație prin care se face legătura dintre conductele verticale de curgere și colector. În continuare se execută îmbinarea conductelor și a subansamblelor, tehnologia de îmbinare a colectoarelor orizontale diferind în funcție de materialul conductei.

Tuburile din fontă de scurgere se îmbină între ele sau cu piesele de legătură, introducând capătul drept al unui tub în mufa celui alt tub, de același diametru, etanșarea putându-se realiza cu frânghie gudronată și plumb, cu frânghie de cânepă albă și ciment metalurgic sau cu frânghie de cânepă gudronată și mastic bituminos. În toate cazurile frânghia umple mufa până la jumătate din adâncimea ei (fig. 3.9.3).

Îmbinarea tuburilor orizontale din PVC se realizează prin lipire cu adeziv în mufe, folosindu-se în acest scop piese de legătură din PVC.

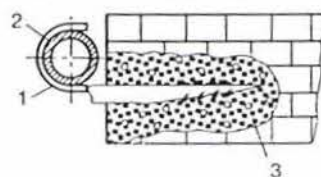


Fig. 3.9.1. Susținător pentru fixarea colectoarelor orizontale de canalizare:

1 - susținător; 2 - colector; 3 - mortar pentru fixarea susținătorului.

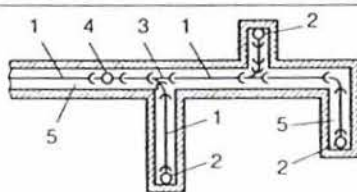


Fig. 3.9.2. Montarea conductei colectoare în canal sub pardoseală: 1 - conductă colectoare; 2 - coloană; 3 - ramificație la 45°; 4 - piesă de curățire; 5 - canal din beton.

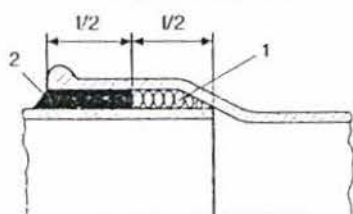


Fig. 3.9.3. Îmbinarea tuburilor orizontale din fontă de scurgere: 1 - frânghie gudronată; 2 - plumb ștemuit.

Tuburile din polipropilenă se îmbină prin coliere, etanșarea fiind asigurată prin garnituri montate în mufe.

• *Montarea coloanelor de canalizare*

În cazul în care coloanele se execută concomitent cu conducta colectoare orizontală, montarea fiecărei coloane se începe de la subsol, de la ultima ramificație amplasată sub planșeul de deasupra subsolului. La baza coloanelor terminale, în locul unui cot de 90°, se montează 2 coturi de 45° (fig. 3.9.4a) pentru ca schimbarea direcției apei ce se evacuează să nu aibă loc brusc, ci treptat. Coturi de 90° (fig. 3.9.4b) se admit numai când în coloane curg ape convențional curate (limpezi, fără suspensii).

Coloanele intermediare se conectează la conducta colectoare prin ramificații la 45°, montate pe conducta colectoare (fig. 3.9.5) și cot de 45°. Piesele de curățire montate pe coloane se amplasează

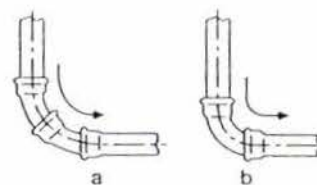


Fig. 3.9.4. Racordarea coloanelor terminale la conducta colectoare: a - 2 coturi de 45°; b - cot de 90°.

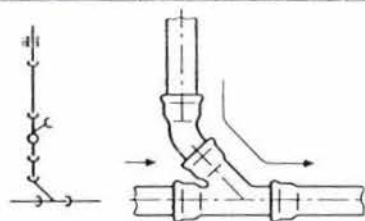


Fig. 3.9.5. Racordarea coloanelor intermediare la conducta colectoare prin ramificație de 45° și cot de 45°.

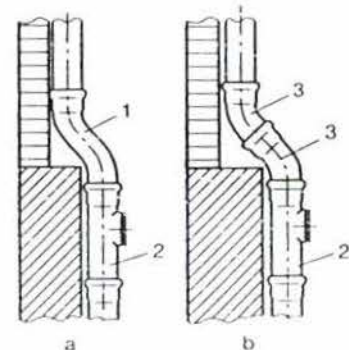


Fig. 3.9.6. Deplasarea coloanei: a - deplasarea cu curbă de etaj; b - deplasarea cu 2 coturi; 1 - curbă de etaj; 2 - tub de curățire; 3 - coturi.

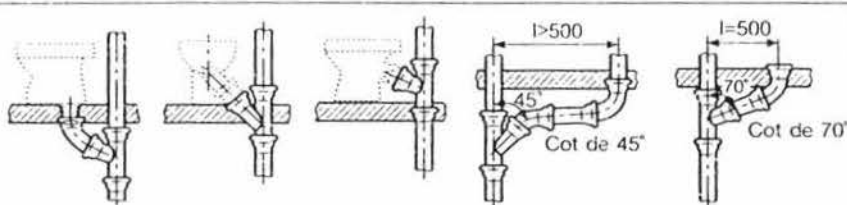


Fig. 3.9.7. Montarea ramificației pentru racordarea vasului de closet.

a 800 mm deasupra pardoselii finite a etajului respectiv sau la cel puțin 150 mm deasupra nivelului la care se află marginea superioară a obiectului sanitar cel mai apropiat de la etajul respectiv: astfel, în cazul desfundării coloanei, apa uzată nu vândă etajul prin tubul de curățire și se poate dirija în obiectul sanitar sau în ramificația la coloană. Pe traseul vertical trebuie evitate, pe cât posibil, deplasările coloanei, deoarece în exploatare pot constitui puncte de înfundare a acesteia.

Există situații în care anumite ele-

mente de construcții (grinzi, socluri etc.) trebuie ocolite, și atunci deplasarea coloanei în dreptul acestora se realizează prin montarea unei curbe de etaj (fig. 3.9.6a) sau a 2 coturi (fig. 3.9.6b); în ambele cazuri se montează pe coloană, sub porțiunea respectivă, câte un tub de curățire, deoarece în aceste locuri coloana se poate înfunda foarte ușor.

Compensatoarele de dilatare axiale montate pe coloanele de canalizare, executate din PVC, polietilenă sau polipropilenă, sunt de formă cilindrică; în partea de sus se introduce capătul conductei, care se poate deplasa liber în interiorul compensatorului, etanșarea realizându-se cu un inel special din cauciuc, iar în partea de jos compensatorul se îmbină cu capătul conductei prin lipire cu adeziv în mufă.

La jumătatea distanței dintre 2 compensatoare de dilatare se montează un punct fix. Pe coloane se montează ramificații de 45° sau 70°. Alegerea ramificațiilor și a înălțimilor la care se montează acestea depinde de tipul și poziția obiectelor sanitare pe care le leagă. Înălțimile se măsoară de la nivelul pardoselii finite.

Ramificațiile pentru racordarea vaselor de closet pot fi realizate în unul din modurile arătate în figura 3.9.7.

Pentru racordarea mai multor obiecte sanitare, amplasate la stânga și la dreapta aceleiași coloane, se poate executa montarea cu 2 ramificații (fig. 3.9.8) când una din conductele de legătură este scurtă și se află aproape de perete.

După executarea tuturor îmbinărilor se efectuează o probă de etanșeitate și

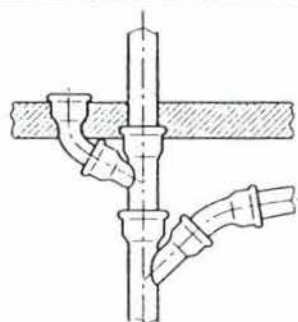


Fig. 3.9.8. Ramificații montate una sub alta.

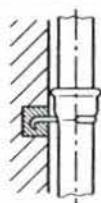


Fig. 3.9.9. Brăjară pentru fixarea coloanelor de curgere din fontă.

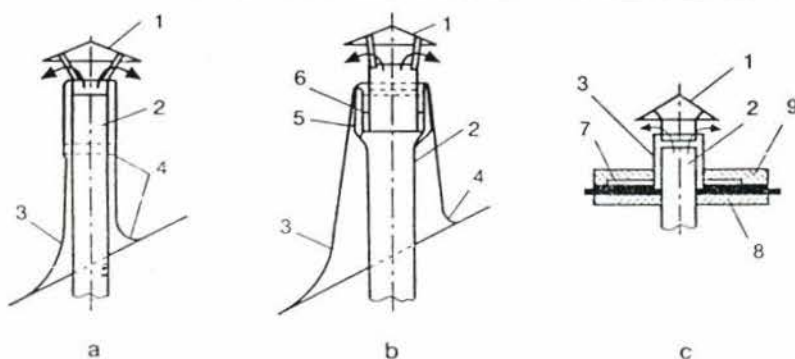


Fig. 3.9.10 - Montarea căciulii de ventilare:

a, b - pe acoperiș din tablă; c - acoperiș terasă;

1 - căciulă de ventilare; 2 - conductă de ventilare; 3 - tablă de protecție; 4 - lipituri de etanșare; 5 - frânghie de cânepă; 6 - ciment; 7 - carton bitumat; 8 - placă din beton; 9 - beton de egalizare.

în final, fixarea definitivă a coloanei cu brăți speciale din oțel (fig. 3.9.9).

• Montarea conductelor de ventilare

Acestea se execută din același material ca și coloanele de scurgere și se prelungesc cu circa 70 cm deasupra acoperișului, pentru a nu fi acoperite iarna de zăpadă ce se depune. La capătul de pe acoperiș al conductei de ventilare se montează o căciulă de protecție (fig. 3.9.10), executată cu tablă din oțel zincată sau cu tablă neagră decapată și vopsită cu vopsea de ulei.

Pentru montare, căciula de protecție se introduce pe tubul coloanei de ventilare, pe deasupra tubului (fig. 3.9.10a) dacă tubul are capăt drept și în interiorul tubului (fig. 3.9.10b) dacă tubul are capăt cu mufă. În ultimul caz căciula de protecție se stemuiește în mufa coloanei cu frânghie de cânepă negudronată și ciment.

După fixarea căciulii de protecție, tubul coloanei de ventilare se îmbracă de jur împrejur cu tablă care se lipește de corpul căciulii și de acoperiș, asigurându-se astfel o protecție contra pătrunderii apei provenite din precipitații prin străpungerea executată în acoperiș pentru scoaterea conductei de ventilare.

Când clădirea are acoperiș-terasă, tablă se introduce în straturile hidroizolante ale terasei (fig. 3.9.10c). Dacă terasa este circulabilă, ventilațiile vor fi scoase pe acoperiș și plasate în locuri mai retrase (lângă coșuri, ziduri etc.).

• Montarea conductelor de legătură ale obiectelor sanitare la coloane

Conductele de legătură vor avea trasee drepte cât mai scurte și se vor monta cu pantele indicate în proiect. Aceste conducte pot fi montate:

- de-a lungul peretelui pe care sunt amplasate obiectele sanitare, aparent, îngropat sau mascat după cum sistemul constructiv sau gradul de confort permite;
- sub planșeul pe care este montat obiectul sanitar (fig. 3.9.11) sau mascat de o grindă falsă din rabot;
- îngropat în grosimea pardoselii, soluție utilizată, în special, în cazul racordării sifoanelor de pardoseală din camerele de baie.

Conductele de legătură ale obiectelor sanitare pot fi executate din aceleași materiale ca și coloanele sau din materiale diferite, în care caz, tehnologiile de

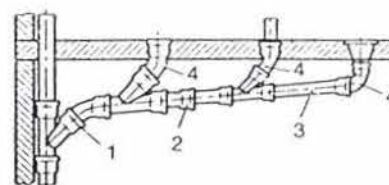


Fig. 3.9.11. Montarea conductei de legătură sub planșeu:

1 - ramificație; 2 - reducere; 3 - tub drept; 4 - cot.

îmbinare prezintă anumite particularități. Astfel, îmbinarea țevilor din plumb de scurgere cu tuburile din fontă de scurgere (fig. 3.9.12) se execută prin intermediul unui ștuț din alamă sau cupru. Ștuțul se cositorește și apoi se lipește cu aliaj de lipit la capătul țevii din plumb, după care se introduce în mufa tubului din fontă, unde se ștemuiește cu frânghia gudronată, peste care se toarnă plumb, mastic bituminat sau mortar de ciment preparat cu nisip fin.

Îmbinarea țevilor din plumb de scurgere cu tuburile din PVC (fig. 3.9.13) se realizează când:

- se păstrează aceeași secțiune: țeava din plumb se introduce direct în capătul țevii din PVC fără material de etanșare, etanșarea realizându-se prin aderență;
- are loc schimbarea secțiunii: se rășfrâng marginile țevii din plumb pe dimensiunile mufei din PVC, după care se etanșează cu frânghie albă și ciment sau mastic bituminos.

Îmbinarea țevilor de scurgere din PVC cu tuburile din fontă de scurgere se realizează rășfrângând marginile țevii din PVC, pe dimensiunile mufei tubului din fontă, după care îmbinarea se etanșează cu frânghie albă și ciment (fig. 3.9.14). Rășfrângerea se execută cu ajutorul dornurilor.

3.9.3. Racordarea obiectelor sanitare la rețeaua interioară de canalizare

• *Racordarea lavoarului la rețeaua de canalizare*

Ventilul de scurgere se introduce în orificiul respectiv din lavoar (fig. 3.9.15), prin interiorul lavoarului, după ce sub rozeta ventilului s-a pus o garnitură subțire din cauciuc. Sub lavoar, se introduce pe ventil o garnitură groasă din cauciuc

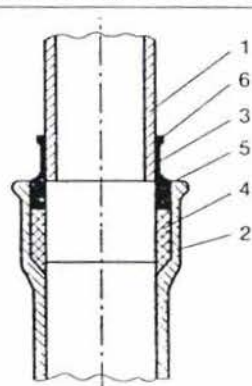


Fig. 3.9.12. Îmbinarea țevilor din plumb de scurgere cu tuburile din fontă de scurgere:

- 1 - țevă din plumb de scurgere; 2 - tub din fontă de scurgere; 3 - tub din alamă sau din cupru; 4 - frânghie gudronată; 5 - plumb sau mastic bituminos; 6 - liotură cu aliaj din cositor.

unsă cu vopsea albă, apoi se introduce pe ventil o rondelă (șabă din plumb moale) și după aceasta o piuliță care se strânge până la fixarea completă.

• *Racordarea căzilor de baie la rețeaua de canalizare*

Poziția scurgerii (fig. 3.9.16) se execută înainte de turnarea mozaicului, iar cada se montează după turnarea și finisarea mozaicului. Etanșarea preaplinului la cada de baie se realizează cu garnitură din cauciuc moale și vopsea albă email; pentru o mai bună etanșare, strângerea ventilului pe corpul căzii se face cu un șurub portlanț. Pentru etanșarea ventilului de scurgere se deșurubează și se scoate de pe ventil racordul olandez și piulița de fixare și se introduce sub rozeta ventilului o garnitură (rondelă) din cauciuc. Ventilul se introduce în orificiul căzii de baie. Se înșurubează pe corpul ventilului, pe sub cadă, piulița de fixare, care se strânge și apoi se montează la ventil racordul olandez.

Între piulița de fixare a ventilului și cada de baie nu se pune nici o garnitură, etanșarea fiind asigurată numai de garnitura din cada de baie.

Conducta de scurgere de la preaplinul băii se poate executa cu: țeavă din plumb de scurgere ($\varnothing$ 30/34 mm), țeavă PVC ($\varnothing$ 32x1,8 mm), țeavă din polipropilenă sau polietilenă și se racordează cu scurgerea de la ventilul băii, executată din țeavă din plumb ($\varnothing$ 40x44 mm), țeavă PVC, țeavă din polipropilenă sau polietilenă care la rândul ei se racordează la poziția conductei de scurgere legată la sifonul combinat. Această conductă se montează față de ventilul de scurgere al băii la o distanță de minimum 15 mm, pentru ca să se poată executa racordarea la sifonul combinat.

Conducta de scurgere, executată din țeavă PVC, polipropilenă, polietilenă sau plumb de scurgere de 50/54 mm, se îngroapă în pardoseală și se termină la sifonul combinat al băii.

Unele firme execută un prefabricat cu

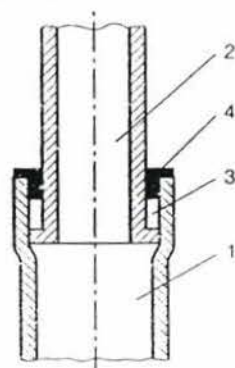


Fig. 3.9.13. Îmbinarea țevilor din plumb de scurgere cu tubul din PVC:

- 1 - tub din PVC cu mufă; 2 - țeavă din plumb; 3 - frânghie albă; 4 - ciment sau mastic bituminos.

țevi din polipropilenă sau polietilenă întreaga furnitură necesară racordării căzii de baie la rețeaua de canalizare (fig. 3.9.17), oferind multiple posibilități de montare.

• *Racordarea dușurilor la rețeaua de canalizare*

Dușurile pot fi individuale (fig. 3.9.18) montate în locuințe, cămine, creșe etc. sau comune, montate în grup (fig. 3.9.19) în anexele clădirilor industriale, băi publice etc.

Pentru dușurile în grup se pot monta căzi pentru fiecare duș, dar, de regulă, se dă pantă mare la pardoseală către unul sau mai multe sifoane de pardoseală (fig. 3.9.19); în ultimul caz pe pardoseala în pantă se pun grătare din lemn, executate astfel ca să se realizeze orizontalitatea. Panta pardoselii în încăperile cu dușuri trebuie să fie de 30...40 mm/m. Uneori la dușurile montate în săli comune, apele uzate se colectează în rigole, care se evacuează la canal, prin recipiente sau prin sifoane de pardoseală.

• *Racordarea vaselor de closet la rețeaua de canalizare*

Tehnologiile de racordare prezintă unele particularități în funcție de modul de fixare a vaselor de closet, care poate fi pe: pardoseală, pereți de rezistență, pereți de tip ușor.

În cazul montării pe pardoseală, vasele de closet se fixează cu șuruburi pentru lemn de 70x6 mm și spirale de sârmă zincată, în găuri astupate cu mortar din ciment sau cu șuruburi pentru lemn fixate în dibluri din lemn.

Legătura pentru scurgere, dintre vasul de closet din faianță și mufa conductei din fontă de scurgere (fig. 3.9.20), se realizează cu un ștuț din plumb de scurgere cu diametrul de 100/105 mm sau din PVC cu diametrul exterior de 110 mm, lung de 150...200 mm. Etanșarea ștuțului din plumb la mufa tubului din fontă se realizează cu frânghie gudronată îndesată și cu mastic bituminos, iar îmbinarea dintre vasul de closet și racordul demontabil se etanșează cu chit amestecat

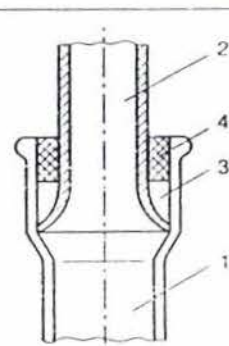


Fig. 3.9.14. Îmbinarea tuburilor din PVC cu tubul din fontă de scurgere:

- 1 - tub din fontă cu mufă; 2 - tub din PVC; 3 - frânghie albă; 4 - ciment.

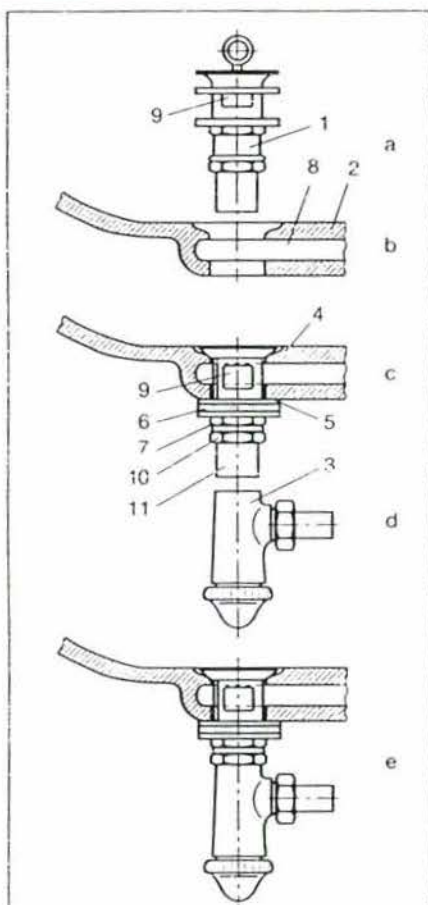


Fig. 3.9.15. Montarea ventilului și a sifonului de scurgere la lavoar:

a - ventil de scurgere; b - corpul lavoarului; c - ventil de scurgere montat pe lavoar; d - sifon; e - lavoarul echipat cu ventil de scurgere și sifon;

1 - ventil de scurgere; 2 - lavoar; 3 - sifon; 4 - garnitură subțire de cauciuc; 5 - garnitură mai groasă de cauciuc; 6 - rondelă (șaiță) din plumb moale; 7 - piuliță de fixare; 8 - golul preaplinului din vasul lavoarului; 9 - orificiul din ventil pentru preaplin; 10 - piuliță olandeză; 11 - racord de lipit.

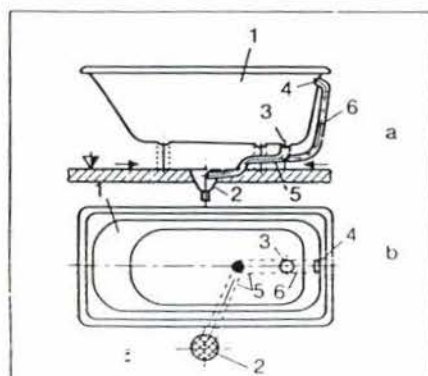


Fig. 3.9.16. Legarea la canalizare a căzii de baie cu fund plan:

a - vedere laterală; b - vedere în plan; 1 - cadă; 2 - sifon de pardoseală combinat cu ieșire verticală; 3 - ventil de scurgere; 4 - preaplin; 5 - legătură la sifon; 6 - conductă de preaplin.

cu vopsea.

Legătura pentru scurgere dintre vasul de closet din faianță și mufa conductei din PVC (fig. 3.9.21) se etanșează fie cu

mastic de colofoniu, fie cu chit roșu.

Legătura între rezervorul de spălare și vasul de closet se execută cu țevă din PVC cu diametrul exterior de 32 mm (fig.

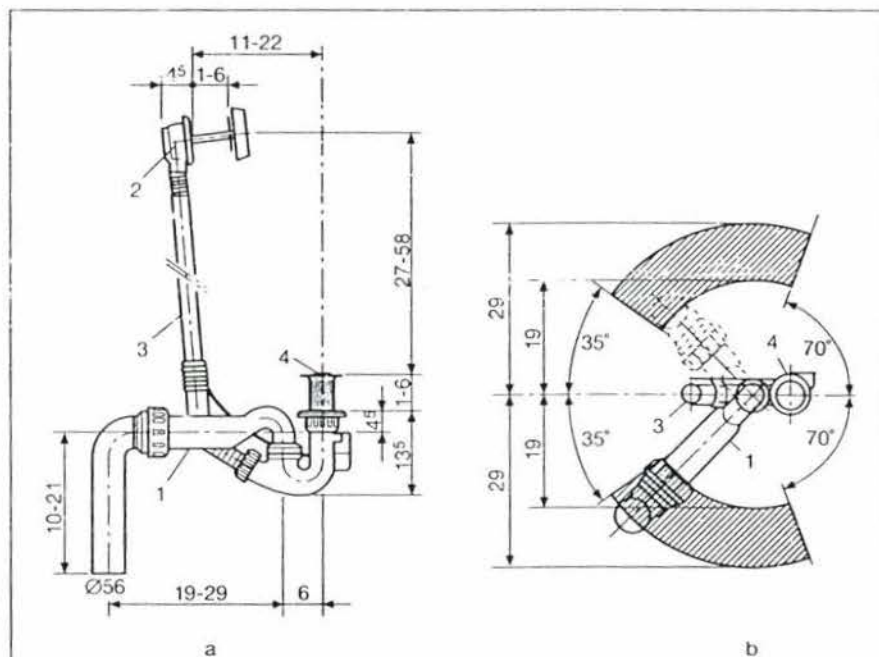


Fig. 3.9.17. Furnitură pentru racordarea căzii de baie la rețeaua de canalizare:

a - ansamblu montat;

b - vedere în plan a nodului de conducte;

1 - conductă de legătură la sifonul camerei de baie; 2 - ventil de preaplin; 3 - conductă de preaplin; 4 - ventil de scurgere al căzii;

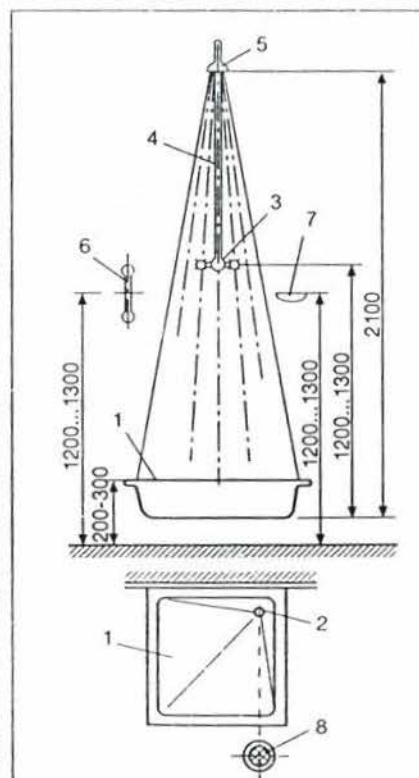


Fig. 3.9.18. Montarea dușului individual:

1 - cadă; 2 - ventil de scurgere; 3 - baterie amestecătoare; 4 - țevă; 5 - para dușului; 6 - mâner; 7 - săpunieră; 8 - sifon combinat de pardoseală.

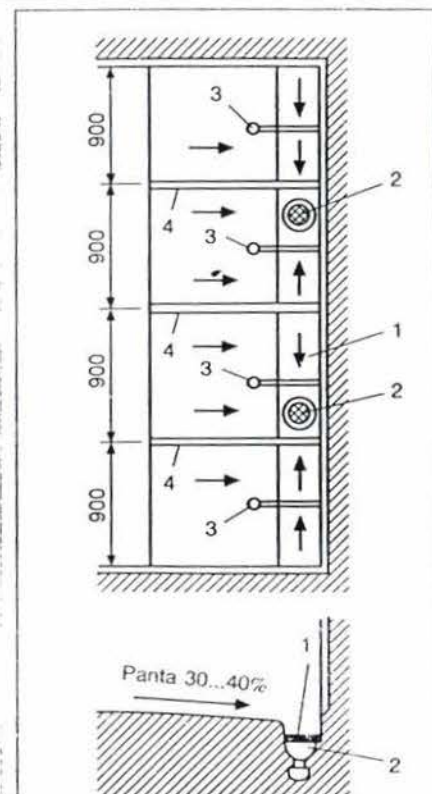


Fig. 3.9.19. Montarea dușurilor în grup:

1 - rigolă; 2 - sifon de pardoseală; 3 - para dușului; 4 - despărțitură (paravan) din sticlă, tablă, beton etc.

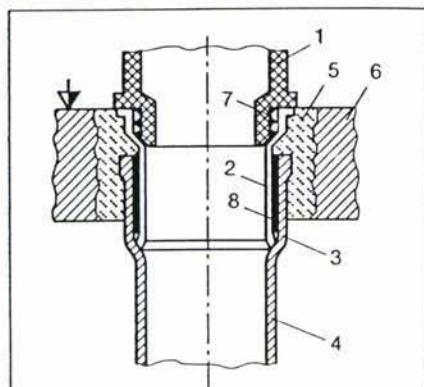


Fig. 3.9.20. Legarea closetului cu evacuarea verticală la conducta din fontă de scurgere:

1 - racordul de scurgere al vasului de closet; 2 - ștuț din plumb de scurgere de 100/105 mm; 3 - mufa tubului din fontă; 4 - tub din fontă; 5 - mortar de ciment; 6 - planșeu din beton; 7 - chit amestecat cu vopsea; 8 - frânghie albă.

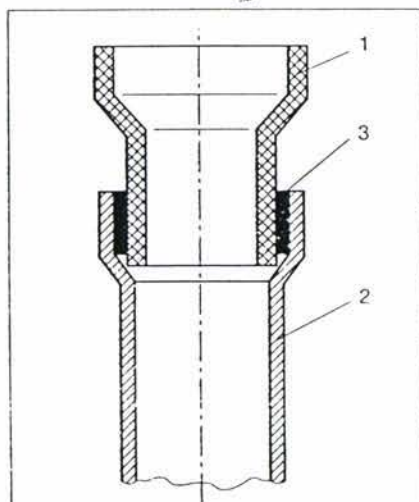


Fig. 3.9.21. Racordarea closetului din faianță cu tubul de legătură din PVC la coloana de scurgere din PVC:

1 - tub de scurgere; 2 - teavă din PVC de scurgere, de 100 x 3,2 mm; 3 - mastic de colofoniu.

3.9.22). Se mai folosesc: țevi din plumb de scurgere cu diametrul de 30/34 mm, țevi din oțel zincat cu diametrul de 1 1/4", țevi din polietilenă sau polipropilenă.

Capătul superior al țevii de spălare se lipește de racordul de lipit (fig. 3.9.23) al ventilului rezervorului. După lipire, racordul se assemblează la ventilul rezervorului cu piulița olandeză, punându-se între ele o garnitură din cauciuc moale de 2 mm grosime.

În cazul țevii de spălare din oțel zincat, acesta se fixează de ventilul de scurgere cu o mufă stânga-dreapta.

Capătul inferior al țevii de spălare se leagă pe ștuțul vasului de closet cu o manșetă din cauciuc (fig. 3.9.24) de formă tronconică. Manșeta se îmbracă mai întâi cu capătul îngust pe țeava de spălare (fig. 3.9.24a) se leagă cu sârmă zincată de 0,5 mm grosime, apoi capătul

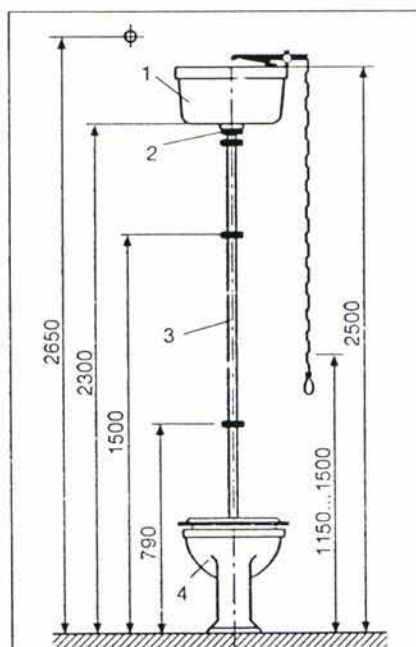


Fig. 3.9.22. Ansamblul rezervor, țeavă de spălare și vas de closet:

1 - rezervor; 2 - ventilul rezervorului; 3 - țeavă de spălare; 4 - vas de closet.

țevii de spălare se introduce în ștuțul vasului, iar partea mai largă a manșetei de cauciuc se răsfrânge peste ștuț (fig. 3.9.24b) unde se leagă, de asemenea, cu sârmă zincată.

Țevile de spălare se pot monta aparent la 1 cm față de peretele finit, de care se fixează cu brățări speciale, sau îngropat, la 1 cm adâncime față de peretele brut.

În cazul fixării pe perete de rezistență a vasului de closet (suspendat) se poate folosi sistemul bloc (fig. 3.9.25) cu rezervorul de spălare încadrat sau montat direct pe vas. Sistemul este compus din: cot WC Ø110 mm, manșon de evacuare, accesorii de fixare și capace de protecție.

Pentru racordarea vasului de closet, fixat pe un perete de tip ușor, se recomandă folosirea unui bloc compus din: rezervor, cot Ø110 mm pentru closet, suport de fixare pe perete, manșon de evacuare a vasului de closet Ø110 mm și racord pentru intrarea apei de spălare, accesorii de fixare pentru closet și capace de protecție.

Sisteme similare sunt folosite și pentru racordarea vaselor de bideu suspendate pe perete.

• Racordarea pisoarelor la rețeaua de

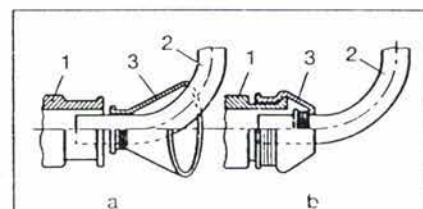


Fig. 3.9.24. Legarea țevii de spălare la vasul closetului:

a - fixarea pe țeava de spălare; b - fixarea de ștuțul vasului de closet; 1 - ștuț de racordare al vasului; 2 - capăt curbat al țevii de spălare; 3 - manșetă din cauciuc.

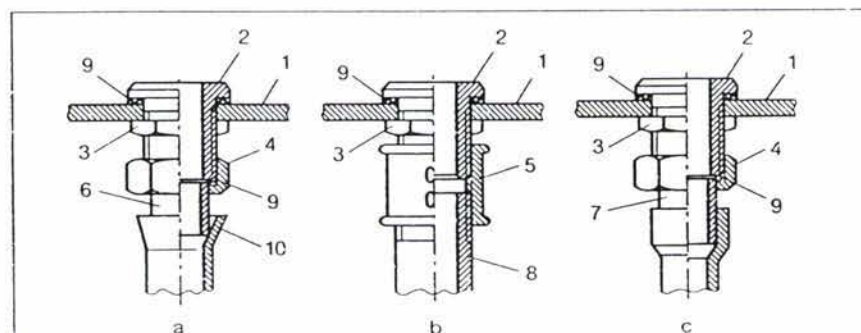


Fig. 3.9.23. Ventile pentru legarea țevelor de spălare din:

a - plumb; b - oțel; c - PVC;

1 - fundul rezervorului; 2 - ventilul propriu-zis; 3 - piuliță de fixare; 4 - piuliță olandeză; 5 - mufă stânga-dreapta; 6 - racord de lipit din alamă; 7 - racord de lipit din PVC; 8 - țeavă de spălare din oțel zincată; 9 - garnitură din cauciuc; 10 - lipitură cu aliaj de cositor.

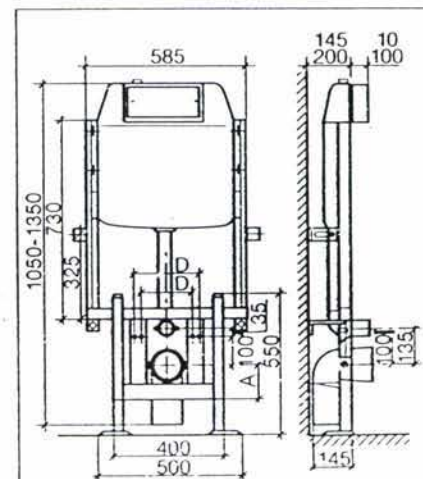


Fig. 3.9.25. Sistemul bloc de racordare la canalizare a vasului de closet suspendat pe un perete ușor.

canalizare

Vasele pisoarelor se fixează pe pereți, cu șuruburi pentru lemn prinse în dibluri din lemn sau în spirale din sârmă zincată. Poziția vasului la perete trebuie să fie astfel ca marginea superioară a lui să se afle la o înălțime de 650 mm de pardoseala finită (fig. 3.9.26) pentru adulți și de 450...550 mm pentru copii.

Legătura la canalizare se montează la înălțimea de 400 mm de la pardoseala finită

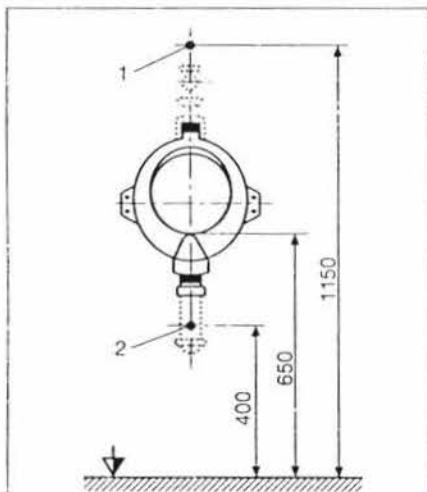


Fig. 3.9.26. Montarea vasului de pisoar pentru adulți:

- 1 - axa conductei de apă;
2 - axa conductei de curgere.

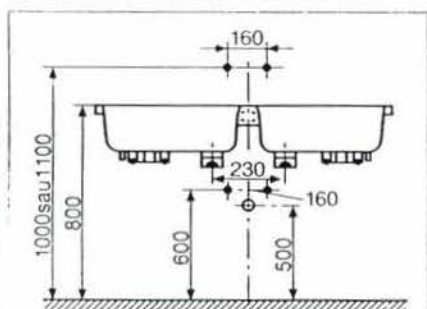


Fig. 3.9.27. Montarea spălătoarelor pentru vase.

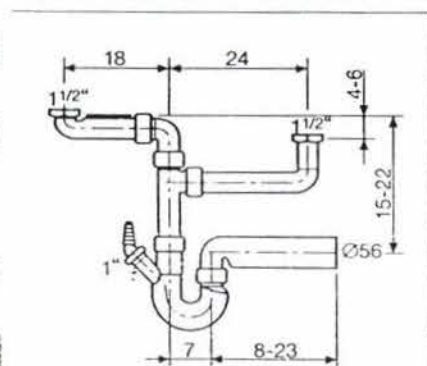


Fig. 3.9.28. Furnitură pentru racordarea la canalizare a spălătoarelor de bucătărie și a mașinii de spălat vase, cu țevă din polipropilenă.

pentru adulți și de 200...300 mm pentru copii și se realizează prin intermediul unui sifon din alamă nichelat, racordat la conducta de scurgere, executată, din țevă PVC, polipropilenă, polietilenă sau din fontă de scurgere cu diametrul de 50 mm.

• *Racordarea spălătoarelor pentru vase la rețeaua de canalizare*

Spălătoarele pentru vase se montează pe console fixate în dibluri cu șuruburi cu cap nichelat. Cotele de montare ale spălătorului pentru vase sunt indicate în figura 3.9.27

Poziția legăturii de scurgere se amplasează la 50 cm de la pardoseala finită și se execută, de regulă, cu țevi din PVC,

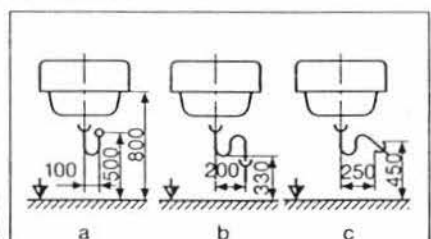


Fig. 3.9.29. Racordarea chiuvetei la conducta de curgere:

- a - țevă de curgere îngropată;
b - țevă de curgere aparentă, verticală;
c - țevă de curgere aparentă, înclinată.

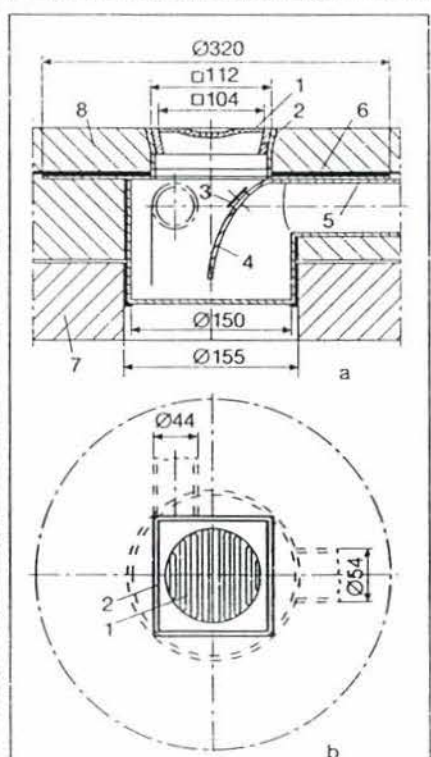


Fig. 3.9.30. Montarea sifonului combinat din plumb:

- a - secțiune; b - vedere de sus;
1 - grătar de metal nichelat; 2 - ramă;
3 - dop de curățire; 4 - despărțitură pentru formarea gârzii hidraulice; 5 - guler din plumb; 6 - hidroizolație; 7 - placă din beton; 8 - mozaic.

polipropilenă sau polietilenă.

Pentru racordarea spălătoarelor simple sau duble și a mașinii de spălat vase, se execută prefabricat, cu țevi din polipropilenă, întreaga furnitură de racordare la rețeaua de canalizare (fig. 3.9.28).

• *Racordarea chiuvetelor la rețeaua de canalizare.* Legătura la canalizare, de la sifonul de scurgere al chiuvetei se poate face: îngropată (fig. 3.9.29a), aparentă verticală (fig. 3.9.29b) sau aparentă înclinată (fig. 3.9.29c) din țevi din PVC cu diametrul de 50 mm, țevi din polipropilenă, polietilenă, sau țevi din plumb de scurgere cu diametrul 50/54 mm.

• *Racordarea sifoanelor de pardoseală la rețeaua de canalizare.* Sifonul combinat din plumb (fig. 3.9.30) sau PVC se montează înainte de turnarea pardoselii. Conducta de legătură a sifonului la coloana de canalizare se execută din țevă din PVC, polipropilenă, polietilenă sau din plumb de scurgere cu diametrul de 50/54 mm. Pentru a evita infiltrațiile de apă, sifonul combinat este prevăzut cu un guler din plumb, deasupra căruia se fixează stratul de hidroizolație peste care se toarnă apoi șapa din beton a pardoselii.

Panta pardoselii trebuie să pornească din toate colțurile încăperii către sifonul de pardoseală și să fie uniformă, astfel ca apele scurse pe pardoseală să nu stagneze, deoarece pot degrada tavanele și pereții.

Sifonul de pardoseală, simplu, cu ieșire verticală (fig. 3.9.31) se montează, de regulă, în spălătorii, camere cu dușuri etc., în care debitele mari de apă colectate de pe pardoseală sunt evacuate prin grătarul sifonului și prin racordul vertical, direct în coloana de canalizare. Sifonul se fixează cu bitum cald în gaura efectuată în placa din beton (fig. 3.9.31). Racordul vertical al sifonului se introduce în mufa tubului de canalizare și se îmbină prin ștemuire cu frânghie gudronată și etanșată cu plumb topit. Pentru evitarea infiltrațiilor

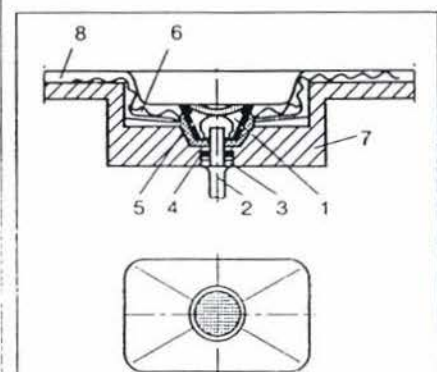


Fig. 3.9.31. Montarea sifonului de pardoseală, simplu, cu ieșire verticală:
1 - sifon; 2 - tub din fontă cu mufă;
3 - frânghie gudronată; 4 - plumb ștemuit; 5 - bitum; 6 - hidroizolație;
7 - placă din beton; 8 - mozaic.

de apă, deasupra betonului de pantă se așază un strat de pânză gudronată, peste care se pune o plasă de rabiț și apoi se toarnă mozaicul pardoselii respective.

La sifoanele de plintă executate din PVC, îmbinarea racordurilor de scurgere de la cada de baie și lavoar, precum și racordul sifonului la coloană se execută prin tipire cu adeziv.

3.9.4. Montarea receptoarelor de ape meteorice

Tehnologia de montare a receptorului de ape meteorice conține 2 faze și anume: montarea receptorului propriu-zis și executarea termohidroizolației.

Montarea receptoarelor de ape meteorice pe terase executate din beton se poate face numai după ce, în prealabil, se execută o barieră de vapori din car-

ton bituminat sau dintr-o folie din poliesteri cu dimensiunile 1x1 m, în care se practică golul de introducere a receptorului. Gulerul ștufului de racord al receptorului are rolul de a evita infiltrația apei de ploaie pe lângă receptor și hidroizolație în interiorul clădirii. În jurul receptorului se execută o termohidroizolație, iar spațiul rămas liber între receptor, termohidroizolație și elementul de acoperiș din beton se etanșează cu mortar de ciment.

3.9.5. Executarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

3.9.5.1 Trasarea și executarea șanțurilor pentru montarea tuburilor de canalizare

Axa șanțului se trasează cu ajutorul ja-loanelor. Pentru a se verifica adâncimea săpăturii, de o parte și de alta a viitoarei săpături, se bat 2 stâlpi (fig. 3.9.32) uniți printr-o riglă de trasare orizontală.

Înainte de începerea coborării tuburilor în șanț, se verifică adâncimea șanțului cu un vizor mobil.

Săparea șanțului se execută manual sau mecanizat, din aval către amonte, pentru a asigura evacuarea apelor de infiltrație.

3.9.5.2 Montarea conductelor (tuburilor) de canalizare

După coborârea tuburilor în șanț se verifică panta, care trebuie să corespundă cu cea dată în proiect. În cazul în care nu sunt montate rigle de trasare, verificarea se face cu instrumente topometrice (la trasee lungi) sau cu nivela cu bulă de aer (pentru trasee scurte).

Tuburile din beton cu mufă se îmbină introducând capătul drept al tubului în mufa tubului ce se află montat. Atât săpătura, cât și montarea tuburilor începe de la capătul din aval al rețelei; tuburile se montează cu gura mufei către amonte rețelei.

În rostul dintre tuburile cu cep și buză se introduce un strat de mortar din ciment fin și nisip (fig. 3.9.33) care apoi se protejează în exterior cu un guler de beton.

Mufa tuburilor din gresie ceramică se etanșează cu frânghie gudronată și bitum turnat fierbinte.

Adâncimea de montare a tuburilor de canalizare exterioară se determină în funcție de următoarele elemente:

- cota de ieșire a conductelor de canalizare din interiorul clădirilor, care determină cota radierului (fundului) căminului de racord la canalizarea exterioară;
- cota de îngheț a pământului care variază între 0,8 și 1 m pentru diferite zone climatice din țară;
- pantele de montare a tuburilor exterioare de canalizare, care trebuie să asigure curgerea apelor uzate cu nivel liber; datorită pantei de montare, adâncimea de montare a tubului de canalizare crește în lungul traseului conductei;
- ordinea unor obstacole naturale sau coborârea cotei de amplasare a tuburilor de canalizare la intersecția cu traseele altor tipuri de rețele exterioare, cum sunt cele de alimentare cu apă rece sau caldă, canale termice, conducte pentru transportul gazelor naturale, cabluri electrice sau telefonice etc.

3.9.5.3 Executarea construcțiilor accesorii ale rețelelor exterioare

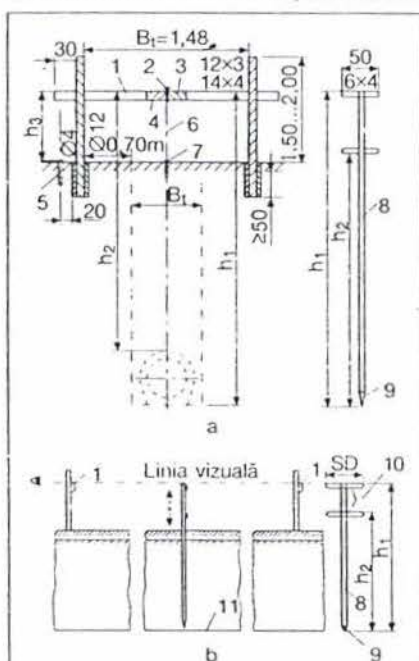


Fig. 3.9.32. Rigle de trasare:

a - secțiune transversală; b - profil în lung; 1 - riglă de trasare; 2 - cui de centrare; 3 și 4 - porțiuni vopsite în alb, respectiv în roșu; 5 - țărș de nivelment; 6 - fir cu plumb; 7 - țărș de axă; 8 - vizor mobil; 9 - sabot; 10 - rigle de vizare; 11 - fundul șanțului.

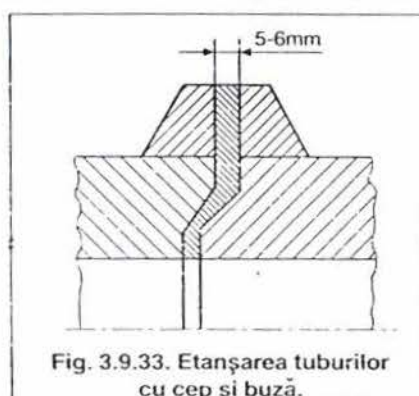


Fig. 3.9.33. Etanșarea tuburilor cu cep și buză.

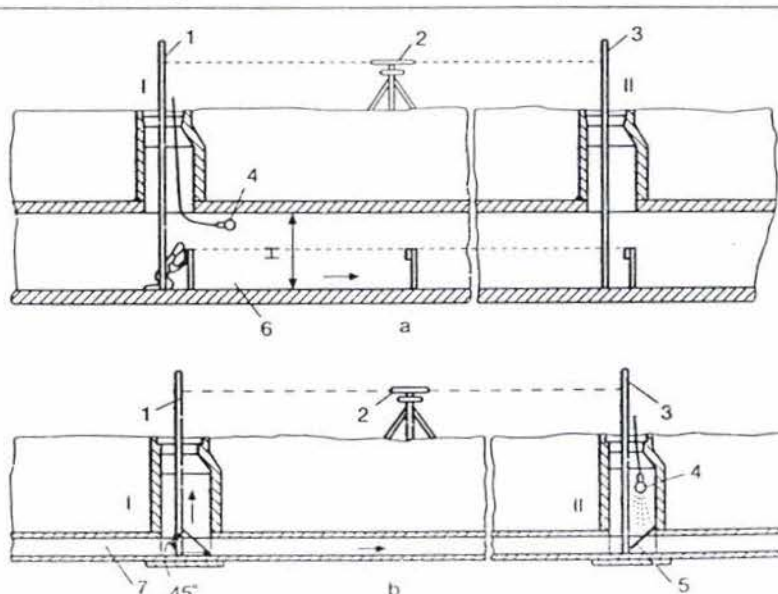


Fig. 3.9.34. Verificarea conductelor de canalizare în vederea recepției:

a - canale vizitabile; b - canale nevizitabile;

1 și 3 - mire topografice; 2 - instrument de nivelment; 4 - surse de lumină; 5 - oglindă; 6 - canal vizitabil ($H \geq 1,80$ m); 7 - canal nevizitabil; I și II - cămine de vizitare.

de canalizare

Căminele de vizitare, de rupere de pantă etc. sunt lucrări de construcții la care instalatorul are numai rolul de a verifica cotele de execuție și racordurile conductelor, care trebuie să corespundă datelor din proiect. Căminele de canalizare se execută din zidărie de cărămidă sau din beton și sunt prevăzute cu capace metalice montate pe rame încastate în beton.

Pentru accesul personalului de exploatare în cămin, sunt prevăzute trepte metalice din oțel încastate în peretii căminului.

3.9.6. Probarea și recepția instalațiilor de canalizare

3.9.6.1 Instalațiile interioare

Cele de canalizare a apelor uzate menajere se supun probelor de etanșeitate și de funcționare.

Proba de etanșeitate necesită umplerea instalației cu apă, până la nivelul de refulare prin obiectele sanitare, după care se controlează toate punctele de îmbinare. Punctele de îmbinare ce se închid cu măști, se încearcă pe parcursul lucrării, înainte de închiderea acestora.

În cazul instalațiilor executate cu tuburi din fontă de scurgere, se controlează întreg traseul în scopul de a descoperi eventuale pierderi prin pori.

Proba de funcționare se execută prin punerea în funcțiune a obiectelor sanitare. Cu prilejul încercării de funcționare se

controlează și pantele, piesele de curățire, susținerile conductelor etc.

Instalațiile interioare de canalizare a apelor meteorice se supun, de asemenea, probelor de etanșeitate și funcționare.

Proba de etanșeitate necesită umplerea instalației cu apă pe înălțimea coloanelor și verificarea tuturor îmbinărilor.

Proba de funcționare constă în a se verifica dacă se evacuează întreaga cantitate de apă de pe suprafața colectoare, respectiv dacă funcționează fiecare receptor.

3.9.6.2 Instalațiile exterioare de canalizare

La canalele vizitabile (fig. 3.9.34a) verificarea pantei și aliniamentelor se face prin observare directă.

La canalele nevizitabile (fig. 3.9.34b) se verifică aliniamentele cu ajutorul oglinzilor. Pantele canalului se măsoară printr-un nivelment legat de bornele de repere ale canalizării.

Abaterile limită de execuție admise la pantele canalului [cm/100 m] trebuie să fie egale cu panta din proiect [mm/m] sau [%]; de exemplu dacă panta din proiect este de 0,3 %, este permisă o abatere limită de ± 3 cm la 100 m.

Cotele radierului canalului nu trebuie să difere cu mai mult de ± 5 cm față de cotele din proiect. Se efectuează cel puțin 2 verificări la fiecare 100 m canal.

Proba de etanșeitate a unui tronson de canal se execută după verificarea pantei și înainte de astuparea tranșeei.

La canalele cu tuburi din beton sau din

bazalt cu mufe ștemuite cu frânghie gudronată, pentru verificare se umple tronsonul cu apă la înălțimea de 1 m deasupra crestei canalului de la capătul din amonte (fig. 3.9.35).

Tronsoanele de canal supuse probei se țin sub presiune timp de 20 min; pe măsură ce apa scade, se reumple canalul cu un vas etalon. Cantitatea de apă adăugată nu trebuie să depășească debitul 0,05 l/s pentru fiecare 100 m lungime de canal.

La canalele executate din beton și îmbinate prin cep și buză se face proba de etanșeitate prin umplere cu apă până la gradul de umplere $u=h/d=0,5$.

După efectuarea probelor rețelei de canale și verificarea execuției tuturor construcțiilor anexe, rețeaua exterioară de canalizare poate fi receptionată.

3.9.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de canalizare

Asigurarea funcționării permanente și în condiții corespunzătoare a instalațiilor de canalizare se face printr-un serviciu organizat de exploatare și întreținere.

Exploatarea și întreținerea tehnică a instalațiilor exterioare de canalizare revine regiilor de apă și canalizare ale localităților. Pentru instalațiile interioare de canalizare, beneficiarii acestora își organizează un sistem propriu de întreținere și exploatare.

Pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de canalizare se recomandă următoarele:

- operațiile de exploatare și întreținere să fie efectuate numai de personal calificat și instruit în privința cunoașterii și aplicării normelor de tehnică securității și protecția muncii;
- unitatea de exploatare și întreținere să aibă la dispoziție proiectul (inclusiv schema tehnologică) instalației;
- orice modificare (extindere, modernizare etc.) să fie efectuată numai cu avizul proiectantului și cu respectarea legislației tehnice în vigoare.

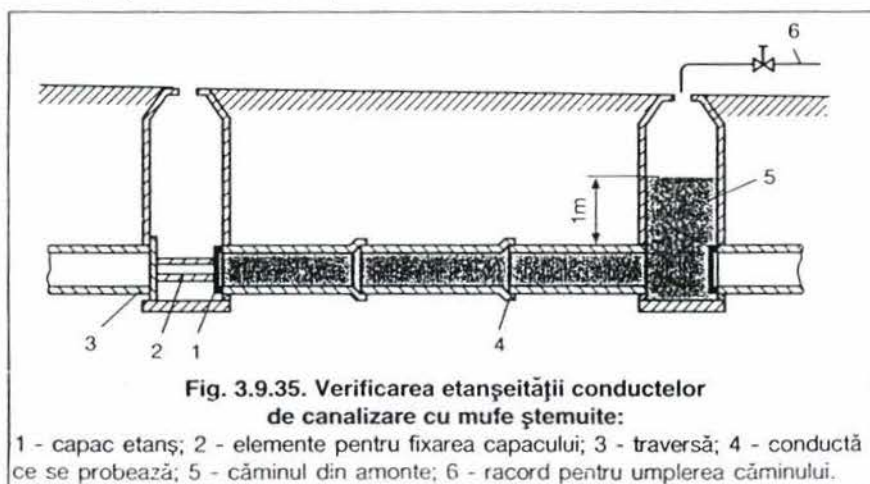


Fig. 3.9.35. Verificarea etanșeității conductelor de canalizare cu mufe ștemuite:

1 - capac etanș; 2 - elemente pentru fixarea capacului; 3 - traversă; 4 - conductă ce se probează; 5 - căminul din amonte; 6 - racord pentru umplerea căminului.

I. Instalații sanitare

Capitolul 4

Instalații sanitare pentru folosință publică

4.1. Bazine de înot (piscine)

Pot fi amplasate în interiorul clădirilor (bazine acoperite) sau în aer liber și pot avea următoarele utilizări: practicarea natației; efectuarea unor tratamente balneare; agrement. În funcție de utilizare, apa din bazinele de înot trebuie să aibă anumiți indicatori de calitate, pentru realizarea cărora sunt necesare instalații de tratare a apei.

4.1.1. Calitatea apei din bazinele de înot

Exigențele calitative impuse apei din bazinele de înot sunt reglementate prin norme sanitare specifice și se referă la valorile parametrilor fizicochimici și bacteriologici, în funcție de destinațiile bazinelor; parametrii sunt:

- fizici:
 - temperatura: 23...24 °C, pentru bazinele de înot amplasate în aer liber; 25...28 °C, pentru piscine acoperite;
 - turbiditatea: 1...5° și normală și 10° și maxim admisibilă;
 - culoare: 2...5 grade culoare normală și 15 grade culoare maximum admisibilă;
 - suspensii decantate: 0,5 mg/m³, la 2 h;
- chimici:
 - concentrația ionilor de hidrogen, pH: 7,2...7,8 la dezinfecția cu clor; 7,5...8,2 la dezinfecția cu brom;
 - alcalinitatea (CaCO₃): 85...88 mg/l;
 - nitriți (NO₂): max. 0,2 mg/l;
 - substanță organică (KMnO₄): max. 2 mg/l față de apa de alimentare;
 - clor rezidual: max. 0,5 mg/l;
 - trihalometan: 0...20 μg/l;
 - potențial REDOX: 700 mV;
- parametrii bacteriologici (numărătoare la 37 °C):
 - număr total de germeni: 300/cm³ la piscine în circuit deschis; 100/cm³ la piscine cu recirculare;
 - bacili coliformi: max. 50/cm³ la piscine în circuit deschis; max. 20/cm³ la piscine cu recirculare;
 - streptococi fecali, la 100 ml: max. 5;
 - Escherichia coli: absent;
 - stafilococi patogeni: absent.

Alimentarea cu apă a bazinelor de înot se poate realiza din:

- rețeaua publică de distribuție, care oferă garanții calitative;
- surse naturale locale (ape de suprafață, izvoare, pânza freatică etc.) în care caz apa trebuie tratată, dacă este cazul, pentru a corespunde normelor igienico-sanitare.

Pentru tratamente balneare se pot utiliza ape termale, cu proprietăți curative, bogate în substanțe minerale sau apă de mare. Utilizarea acestor ape nu necesită

o tratare chimică prealabilă ci numai filtrarea pentru reținerea nisipului fin antrenat de apă. Atât apele termale, cât și apa de mare, au o puternică acțiune corosivă asupra materialelor metalice din care sunt construite conductele, armăturile și aparatele, fiind necesare măsuri speciale de protecție anticorrosivă sau utilizarea de conducte și armături din mase plastice.

Controlul calității apei trebuie să fie făcut de către laboratoare de specialitate, agreeate de organele de inspecție sanitară.

Schimbarea integrală a volumului de apă din bazine se face ori de câte ori conținutul total de cloruri depășește concentrația de 200 mg/l.

4.1.2. Soluții constructive și scheme de realizare a instalațiilor hidraulice pentru bazine de înot

4.1.2.1 Schema generală a instalațiilor de tratare a apei

Pentru a corespunde condițiilor de calitate, apa din bazinele de înot este supusă la 3 procese principale de tratare, și anume: filtrarea, încălzirea și sterilizarea, după cum se arată în schema generală a instalației (fig. 4.1.1).

Apa poluată este evacuată din bazin printr-o conductă, o parte fiind eliminată la canalizare, iar restul (cea mai mare parte) recirculată în instalația de tratare, fiind trecută mai întâi printr-un prefiltu numit și filtru de păr sau filtru grosier. Apa

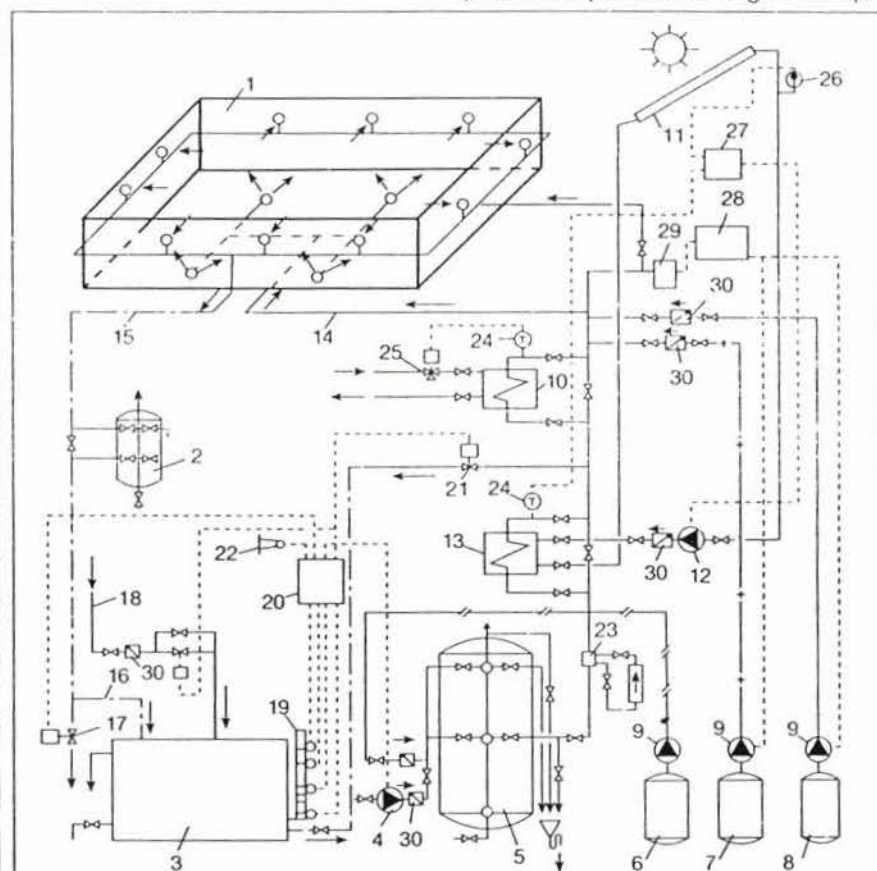


Fig. 4.1.1. Instalația de tratare a apei pentru un bazin de înot:

1 - bazin de înot; 2 - prefiltu (filtru de păr); 3 - rezervor de acumulare (de compensare a debitului); 4 - pompă; 5 - filtru sub presiune; 6 - rezervor cu coagulant pentru flocularea suspensiilor; 7 - rezervor cu soluția de clor; 8 - rezervor cu reactiv chimic pentru corectarea pH-ului apei; 9 - pompă dozatoare; 10 - schimbător de căldură cu agent termic apă caldă sau fierbinte; 11 - panou solar; 12 - pompă în circuit solar; 13 - schimbător de căldură cu agent termic solar; 14 - conductă pentru introducerea apei în bazin; 15 - conductă pentru evacuarea apei din bazinul de înot; 16 - conductă pentru apă recirculată; 17 - robinet cu ventil acționat de motor electric pentru evacuarea apei la canalizare; 18 - conductă pentru apă proaspătă (de adaos); 19 - nivostat; 20 - aparat pentru reglarea automată a nivelului în rezervorul de compensare a debitului; 21 - robinet cu ventil acționat de motor electric la comanda nivostatului (la nivel minim); 22 - hupă (semnalizarea acustică) la nivel maxim de alarmă; 23 - aparat pentru reglarea vitezei de filtrare a apei; 24 - termostat; 25 - robinet cu 3 căi acționat de motor electric; 26 - termostat solar; 27 - aparat pentru acționarea automată a pompei din circuitul solar; 28 - aparat pentru acționarea automată a pompelor dozatoare; 29 - traductor de debit, pH și buclă de măsurare redox; 30 - robinet cu ventil de reținere.

prefiltrată, amestecată cu apă proaspătă într-un rezervor de acumulare pentru completarea debitului necesar în instalație, este preluată cu o pompă și refulată într-un filtru închis sub presiune prevăzută cu un aparat pentru reglarea vitezei de filtrare. Pentru flocularea suspensiilor coloidale și deci creșterea eficienței procesului de filtrare, se introduce în apă, înainte de intrarea în filtru, o substanță coagulantă. Apa filtrată este parțial (sau total) încălzită într-un schimbător de căldură folosind agent termic primar apă caldă din sistemul de încălzire sau apă fierbinte. Când sunt condițiile climatice favorabile, apa poate fi încălzită într-un schimbător de căldură racordat la un circuit solar. Pompa din circuitul solar este acționată automat în funcție de temperaturile apei din acest circuit, respectiv a apei din circuitul bazinului de înot. După încălzire și înainte de intrarea apei în bazin, se introduce în apă o cantitate determinată de clor, cu o pompă dozatoare. Pentru corectarea pH-ului apei se introduce un reactiv chimic, de asemenea, cu o pompă dozatoare. Procesul de tratare chimică a apei este controlat cu un sistem de pH-metru și redox-metru, racordate la un tablou central de comandă a pompelor dozatoare.

Circulația apei în bazin și între acesta și instalațiile de tratare prezintă o importanță deosebită pentru alimentarea locală cu apă tratată în funcție de caracteristicile constructive și funcționale ale bazinului.

Soluționarea adecvată a sistemului de circulație asigură, în egală măsură, difuzia uniformă a dezinfectantului în întreaga masă de apă, precum și preluarea rapidă și eficientă a poluanților, evitând formarea zonelor stagnante favorabile proliferării germenilor patogeni.

Folosind dispozitive și echipamente adecvate, mișcarea apei în bazin se poate realiza în unul din următoarele moduri de circulație:

- prioritar descendentă, respectiv cu injectia debitului recirculat la partea superioară a bazinului și preluarea apei de la fund;
- ascendentă, respectiv injecție la nivelul radierului printr-un canivou axial sau un sistem de injecție de fund și preluare integrală pe la partea superioară a bazinului;
- mixtă, la care evacuarea apei se face atât de la suprafață cât și de la fundul bazinului.

4.1.2.2. Dispozitive de preluare de suprafață: deversoare, sparge-val, rigole, skimere

Pereteii bazinului sunt prevăzuți cu diferite sisteme constructive de disipare (spargere) a valurilor și de colectare și evacuare a apei (fig. 4.1.2), cu scări de acces și alte detalii, în funcție de destinația bazinului.

Dispozitivele tip skimer asigură reglarea automată a nivelului și recircularea debitului în bazin și spre stația de tratare. Ele sunt prevăzute cu deversoare reglabile pentru nivel și cu coșuri filtrante pentru reținerea impurităților. Se realizează într-o gamă variată de modele și dimensiuni în funcție de materialul utilizat și de tipul piscinei. Pentru piscinele cu caracter privat se prevede, în general, 1 skimer pentru 25...35 m² de oglindă de apă, în timp ce pentru piscinele publice, cu suprafață totală mai mare de 150 m², 1 skimer pentru 40 m² de oglindă de apă, în condițiile asigurării unor debite unitare de ordinul a 6...10 m³/h pentru 1 skimer. Amplasarea lor se face la distanțe de maximum 10 m și respectiv 3 m față de colțurile bazinului. Apa evacuată prin dispozitivele de descărcare de suprafață poate fi preluată prin intermediul mai multor coloane legate la o conductă de colectare sau direct de la extremitățile rigolelor/jghiaburilor. Este important ca descărcarea să se facă gravitațional, iar racordarea la instalația de tratare să se realizeze prin intermediul unei rezerve tampon, cu rol de compensare, al cărui volum util reprezintă circa 10 % din debitul de recirculare.

4.1.2.3 Prize de aspirație

Pentru asigurarea condițiilor de recirculare și de omogenizare a întregului volum de apă, la bazinele de înot de dimensiuni mari se prevăd, în pereții laterali,

prize de aspirație imersate, dreptunghiulare, cu dimensiuni de 75x150 mm sau circulare cu diametrul de 40...50 mm. Poziționarea acestora se face între skimere, la adâncimea de circa 150 mm sub nivelul liber al apei. Dispozitivele sunt racordate la conductele de recirculare.

4.1.2.4 Prize de fund (piese de evacuare)

Prin intermediul acestor prize, apa este preluată de la partea inferioară a bazinului, asigurând golirea acestuia și favorizând amestecul masei de apă prin mișcare descendentă, precum și antrenarea și evacuarea impurităților grosiere sedimentate. Este recomandabil ca cel puțin 10 % din debitul de recirculare să fie preluat de la partea inferioară.

Prizele de fund se echipează cu dispozitive antivortex și cu grătare de protecție. Interspațiile grătarelor se limitează la maximum 10 mm, iar viteza de acces a apei în priză, la maximum 0,5 m/s. Din considerente de securitate se recomandă ca dimensionarea prizelor de fund să se facă pentru viteze de 0,2 m/s, prevăzându-se, în funcție de mărimea bazinului și debitul de recirculare, 2...4 puncte de preluare, amplasate de preferință jos, pe direcție transversală. Ariile suprafețelor dispozitivelor de preluare trebuie să fie egale cu 6...10 ori aria secțiunii transversale a conductei de racordare.

Din punct de vedere constructiv, prizele de fund se realizează într-o gamă variată de tipodimensiuni, cu formă circulară

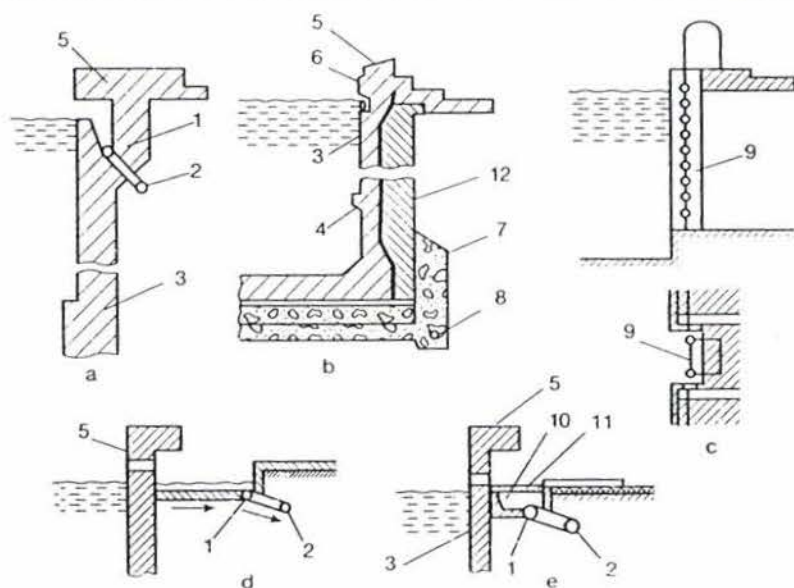


Fig. 4.1.2. Sisteme constructive pentru disiparea energiei valurilor la bazine de înot:

- a - disipator de energie a valurilor cu cameră de preaplin pe lățimea peretelui bazinului; b - disipator cu izolație racordat la un perete de drenare cu conductă de drenare montată la radier; c - scară de acces în bazin; d - preaplin tip fantă cu deversare în rigolă; e - preaplin tip fantă cu deversare la un canal de drenare; 1 - dispozitiv de scurgere; 2 - conductă; 3 - peretele bazinului; 4 - prag (re-bord); 5 - bord; 6 - corpul disipatorului; 7 - pietriș; 8 - conductă de drenaj; 9 - scară; 10 - canal; 11 - grătar; 12 - izolație hidrofugă.

sau dreptunghiulară, din materiale plastice, metalice, inoxidabile etc.

4.1.2.5 Duze de injecție

Sunt dispozitive fixe sau orientabile prin intermediul cărora se reinjectează apa în bazin. În funcție de mișcarea apei în bazin, aceste duze pot fi orientate în sus, spre skimere sau rigole, ori în jos, către prizele de fund. Poziționarea acestor dispozitive se face în pereții bazinului, la minimum 30 cm sub nivelul liber al apei, pe unul sau două niveluri, în funcție de adâncime, sau pe radierul bazinului.

La piscinele cu dimensiuni reduse se prevede o duză la 50 m² de oglindă de apă sau, în funcție de capacitatea bazinului, o duză la 70 m².

Pentru bazinele cu suprafață mai mare de 150 m² ori cu o lungime mai mare de 20 m sau lățime peste 10 m, se recomandă amplasarea duzelor de injecție perimetral, la intervale de 5,0 m.

Recircularea apei în bazine se poate face și prin intermediul unor dispozitive speciale, de tip ornamental, integrate în mod corespunzător.

4.1.2.6 Dispozitive (echipamente) pentru înot în contracurent

Servesc pentru formarea jeturilor subacvatice fiind, în același timp, generatoare de valuri. În principiu, apa aspirată din bazin de către o pompă este reinjectată cu presiune mare prin una sau mai multe duze orientabile.

Opțional, jeturile de apă pot fi aerate, pentru masaj hidroterapeutic.

Acest gen de dispozitive (echipamente) se produc în multiple variante funcționale și constructive, integrate sau atașate bazinului, cu debite cuprinse între 15 și 65 m³/h.

4.1.2.7 Dispozitive (echipamente) pentru hidroterapie

Atât la bazinele pentru tratamente balneare, cât și la unele piscine familiale sau de agrement, se prevăd dispozitive pentru formarea jeturilor emulsionate de masaj. Se amenajează sub formă de bandouri amplasate la perete sau pe radier, apa și aerul fiind distribuite cu presiune redusă (limitată).

4.1.2.8 Dispozitive (echipamente) pentru spălarea bazinelor de înot

În perioadele de neutilizare, materiile în suspensie sedimentează pe fundul bazinului. Pentru a evita reantrenarea lor în apă, este necesar ca între două utilizări succesive să se procedeze la spălarea bazinului și îndepărtarea depunerilor, folosind aspiratoare speciale, care funcționează cu apă din piscină. În lungul pereților se prevăd prize speciale la care se brânșează racordurile elastice ale aspiratoarelor. Aceste prize sunt legate printr-o conductă perimetrală la aspirația unei pompe fixe echipată cu prefiltru. În mod obișnuit grupul de pompare pentru spălare trebuie să fie distinct de cel utilizat pentru recircularea apei.

Pentru spălarea bazinelor se mai pot folosi agregate mobile de tip monobloc, echipate cu pompă și prefiltru la care se brânșează direct racordurile flexibile ale aspiratorului, sau aspiratoare de piscină cu pompe submersibile, care refulează apa în afara bazinului printr-o conductă autoflotantă ori o recirculă în bazin după o prealabilă filtrare printr-un cartuș filtrant integrat în aspirator.

4.1.3. Dimensionarea instalațiilor hidraulice ale bazinelor de înot

4.1.3.1 Debitul de calcul

Debitul de recirculare a apei se determină în funcție de nivelul de solicitare a bazinului de înot, exprimat prin:

- frecvența maximă instantanee de ocupare, reprezentând numărul maxim de utilizatori ce se pot găsi simultan în bazin (piscină);
- frecvența maximă zilnică, reprezentând numărul total de persoane care frecventează piscina zilnic.

Pentru bazinele de înot (piscine) de agrement, frecvența maximă instantanee are următoarele valori:

- bazine acoperite: 1 pers./m² de suprafață de apă;
- bazine în aer liber: 3 pers. 2/m² de suprafață de apă.

Debitul specific de recirculare a apei din bazinele de înot pentru agrement q_r [m³/h·m² bazin] și timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazin T_r [h] au valorile recomandate în

tabelul 4.1.1.

Debitul total de apă recirculată (necesar pentru dimensionarea instalațiilor hidraulice), în cazul bazinelor de agrement, se calculează cu relația:

$$Q_r = q_r \cdot F \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.1)$$

în care F este suprafața oglinzii de apă [m²], iar q_r are semnificația și valorile din tabelul 4.1.1.

Pentru bazinele de înot destinate competițiilor sportive, debitul de recirculare a apei se determină cu relația:

$$Q_r = \frac{F}{f_s \cdot l_i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.2)$$

în care:

- F este suprafața oglinzii de apă [m²];
- f_s - suprafața specifică normată [m²·h/pers.], având valori recomandate în tabelul 4.1.2;
- l_i - încărcarea specifică a instalației de tratare a apei [pers./m³]; se recomandă $l_i = 0,5$ pers./m³.

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor de preluare a apei de la dispozitivele de evacuare gravitațională (jgheaburi, deversoare, rigole, skimere) se determină cu relația:

$$Q = n \cdot Q_r + Q_r \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.3)$$

unde:

- Q_r este debitul total de apă recirculată [m³/h];
- n - fracțiunea preluată prin dispozitivele de suprafață;
- Q_v - debitul evacuat prin disiparea valurilor [m³/h];
- Q_d - debitul de apă dislocat de utilizatori [m³/h].

Debitul de apă evacuată prin valuri se calculează cu relația:

$$Q_v = F \cdot h \cdot z \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.4)$$

în care:

- F este suprafața oglinzii de apă [m²];
- $h = 0,045$ m - înălțimea medie a valului;
- $z = 1,0$ h⁻¹ - pentru perețele vertical al bazinului și $z = 0,5$ h⁻¹ - pentru perețele înclinat.

Debitul de apă dislocat de înotători se determină cu relația:

$$Q_d = N \cdot v_s \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.5)$$

în care:

- N reprezintă numărul înotătorilor existenți în bazin timp de 1 oră [pers./h];
- $v_s = 0,075$ m³/pers. - volumul specific dislocat.

Tabelul 4.1.1. Valorile debitului specific de recirculare a apei din bazine de înot (piscine) de agrement și timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazine

Debitul specific de recirculare q_r [m ³ /h·m ² bazin]	Frecvența maximă instantanee [pers./m ² bazin]	Timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazin T_r [h]
0,4	≤ 2/3	4
0,5	2/3...1	4
0,6	>1	4*

* Observație: înălțimea bazinului $H_{\text{bazin}} \leq 1,3$ m

Tabelul 4.1.2. Valorile suprafețelor specifice normate, f_s , [m²·h/pers.], pentru bazine de înot destinate sportului

Destinația bazinului	Suprafața specifică [m ² ·h/pers.]
Școală înot	5...10
Întreceri sportive	10...12
Sărituri	3...4,5
Polo pe apă	15...43

4.1.3.2 Calculul instalației de tratare a apei

• **Filtrarea apei.** Durata recomandată a ciclului de filtrare a întregului volum de apă din bazin este de 6...8 h. Ținând seama de reducerea în timp a capacității de filtrare, ca urmare a proceselor de colmatare, debitul de dimensionare a filtrelor Q_f se majorează cu 10...20 %:

$$Q_f = Q_r \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.6)$$

sau:

$$Q_f = (1,1 + 1,2) \frac{V_b}{T} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.1.7)$$

unde:

- Q_r este debitul recirculat $[\text{m}^3/\text{h}]$;
- V_b - volumul de apă din bazin $[\text{m}^3]$;
- T - durata ciclului de filtrare $[\text{h}]$.

Pentru filtrare se folosesc uzual 3 tipuri de filtre, diferențiate prin natura materialului filtrant: cu nisip, cu cartușe poroase și cu diatomită.

În general, filtrele cu nisip, în funcție de structura materialului filtrant, procedeul și viteza de filtrare adoptată, rețin particule cu dimensiuni între 40 și 5 μm , filtrele cu cartuș între 20 și 5 μm , iar cele cu diatomită, particule între 5 și 1 μm .

În cazul filtrelor cu nisip, eficiența filtrării poate fi sporită prin utilizarea adjuvanților de coagulare - sulfat de aluminiu sau polielectroliti - în doze de 0,2...0,5 g/m^3 . Aceștia determină flocularea și reținerea particulelor de dimensiuni mici, activând și reținerea microorganismelor.

Calculul hidraulic pentru alegerea filtrelor constă în determinarea suprafeței totale de filtrare S_f $[\text{m}^2]$, necesară, cu relația:

$$S_f = \frac{Q_f}{w_f} \quad [\text{m}^2] \quad (4.1.8)$$

în care:

- Q_f este debitul de apă care traversează filtrele $[\text{m}^3/\text{s}]$;
- w_f - viteza medie de filtrare a apei $[\text{m}/\text{s}]$, ale cărei valori depind de tipul filtrului respectiv.

• **Încălzirea apei.** Pentru încălzirea apei se folosesc schimbătoare de căldură multitubulare (orizontale sau verticale) sau schimbătoare de căldură cu plăci.

Calculul termic de alegere a schimbătorului de căldură cu circulația agenților termici în contracurent, constă în determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură S $[\text{m}^2]$ cu relația:

$$S = \frac{\dot{Q}_t}{\varphi \cdot k \cdot \Delta\theta_m} \quad [\text{m}^2] \quad (4.1.9)$$

în care:

- $\dot{Q}_t$ este debitul total de căldură (sarcina termică) a schimbătorului de căldură $[\text{W}]$;
- k - coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la agentul termic primar (apă caldă de încălzire sau apă fierbinte) la apa tratată $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$;

$\Delta\theta_m$ - diferența de temperaturi medie logaritmică, între temperaturile agentului termic și respectiv ale apei tratate, $[\text{K}]$;

φ - coeficientul de utilizare a suprafeței de schimb de căldură.

Sarcina termică totală $\dot{Q}_t$ se determină cu relația:

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}_{ev} + \dot{Q}_c + \dot{Q}_r + \dot{Q}_s + \dot{Q}_p \quad [\text{W}] \quad (4.1.10)$$

unde:

- $\dot{Q}_{ev}$ este debitul de căldură consumat prin evaporarea apei de la suprafața bazinului;
- $\dot{Q}_c$ - debitul (pierdere) de căldură transmis prin convecție de la suprafața apei din bazin la aerul din interior (sau exterior);
- $\dot{Q}_r$ - debitul de căldură schimbat prin radiație între suprafața apei din bazin și suprafețele delimitatoare înconjurătoare;
- $\dot{Q}_s$ - fluxul de căldură transmis prin conducție de la apa din bazin prin pereții acestuia la aerul exterior (sau în sol dacă bazinul este amplasat direct pe sol);
- $\dot{Q}_p$ - debitul de căldură necesar pentru încălzirea apei de completare din bazin.

• **Tratarea chimică a apei.** Oxidanții folosiți în mod curent pentru dezinfectia apei sunt clorul, bromul și ozonul.

Acțiunea clorului asupra substanțelor organice este eficientă la doze zilnice care

conduc la concentrația de clor liber în apă de cel puțin 0,3...0,6 mg/l , fără a depăși 1,7...1,8 mg/l . Efectul sterilizant al clorului este dependent de valoarea pH-ului apei, valorile optime situându-se între 7,2 și 7,8, zonă în care eficiența clorului este maximă, iar efectele secundare reduse.

Bromul, n. ai puțin iritant decât clorul, asigură o bună dezinfectie și împiedică formarea algelor, dar este mai sensibil la acțiunea radiației solare. Concentrația medie de brom total în apă trebuie să fie menținută între 0,8 și 2,0 mg/l .

Ozonul este dezinfectantul cel mai activ, având acțiune puternic oxidantă - asupra substanțelor organice biorezistente din apă și prezentând avantajul că nu apar produse secundare de reacție ca în cazul clorului. Concentrația recomandată pentru dezinfectia apei cu ozon este de 0,4 $\text{mg O}_3/\text{l}$, cantitate ce trebuie eliminată total înainte de reintroducerea apei în bazin, pentru protecția înotătorilor.

4.2. Băi publice

Prezintă importanță pentru menținerea gradului de igienă și sănătate a locuitorilor din centrele urbane și rurale. Băile publice moderne sunt dotate cu secții de

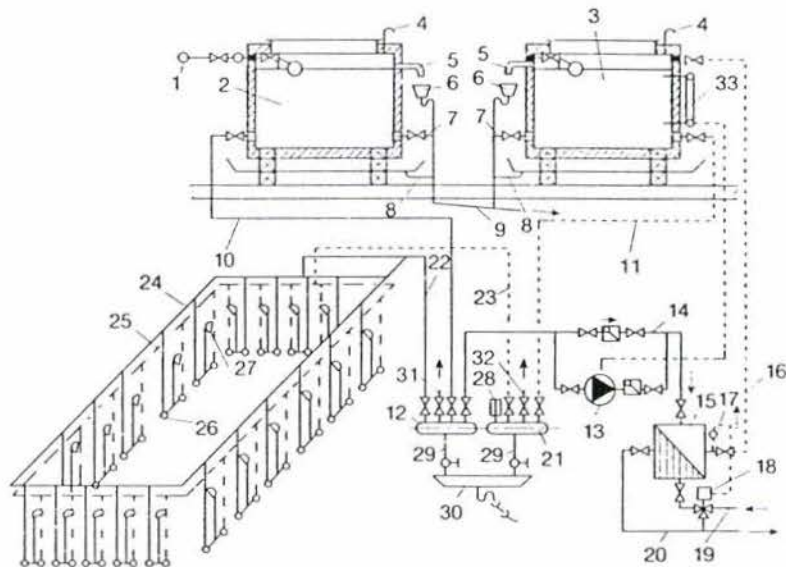


Fig. 4.2.1. Instalația de alimentare și distribuție a apei la băi publice:

- 1 - conductă publică; 2 - rezervor de apă rece; 3 - rezervor de apă caldă; 4 - țevă de aerisire; 5 - preaplin; 6 - până; 7 - conductă de golire a rezervorului; 8 - conductă de evacuare a scărilor de apă; 9 - conductă de evacuare la canalizare; 10 - conductă de alimentare cu apă rece; 11 - idem, pentru apă caldă; 12 - distribuitor de apă rece; 13 - pompă centrifugă; 14 - conductă de ocolire a pompei; 15 - schimbător de căldură în contracurent; 16 - conductă de alimentare cu apă caldă a rezervorului de înălțime; 17 - termostat; 18 - ventil cu 3 căi cu servomotor; 19 - conductă de ducere a agentului termic primar; 20 - conductă de întoarcere a agentului termic primar; 21 - distribuitor de apă caldă; 22 - conductă de distribuție a apei reci; 23 - conductă de distribuție a apei calde; 24 - rețea inelară de distribuție a apei calde; 25 - baterie amestecătoare pentru dus; 26 - baterie amestecătoare pentru dus; 27 - dus; 28 - termometru; 29 - racord pentru goirea distribuitorului; 30 - igheab pentru colectarea apei; 31 - ștuț de rezervă pentru apă rece; 32 - ștuț de rezervă pentru apă caldă; 33 - nivostat.

hidroterapie, utilizând dușuri cu apă la temperaturi și presiuni variabile, secții de băi de abur (saune), bazine de înot, săli de masaj etc.; de asemenea, în clădirea băii publice sunt prevăzute unități de frizerie-coafură, salon de cosmetică, bar (bufet) și grupuri sanitare.

Băile publice sunt organizate cu secții separate pentru bărbați și pentru femei; la unele băi publice se programează pe zile utilizarea aceluiași secții de către bărbați și femei.

Instalațiile de alimentare cu apă la băile publice se alcătuiesc ținând seama de debitele mari de apă rece și caldă necesare, cauzate de gradul ridicat de simultaneitate în funcționarea punctelor de utilizare a apei. În figura 4.2.1. se prezintă schema de principiu a unei instalații compuse din 2 rezervoare de înălțime, din care unul pentru apă rece, alimentat la presiunea de serviciu din conducta publică și al doilea pentru apă caldă și rețeaua de distribuție a apei care, de regulă, este înelară. În rezervor se acumulează o cantitate de apă care asigură compensarea de consum fără a produce variații bruște în regimul hidraulic al conductei publice de alimentare cu apă. De asemenea, se asigură o uniformizare a presiunilor de utilizare la punctele de consum și se asigură continuarea folosirii băilor publice în cazul întreruperii accidentale a alimentării cu apă din conducta publică.

Apa caldă poate fi încălzită direct în rezervorul de înălțime, montându-se în interiorul acestuia o serpentină prin care circulă agentul încălzitor (apă caldă, abur etc.), dar soluția cea mai utilizată este cu încălzirea apei într-un schimbător de căldură multitubular sau cu plăci. Rezervorul de înălțime pentru apă caldă se izolează termic pentru a limita răcirea apei

calde acumulate, iar rezervorul de înălțime pentru apă rece se izolează termic pentru a reduce condensul la suprafața exterioară a acestuia.

La alcătuirea rețelei de distribuție a apei reci și calde se urmărește realizarea unor ramuri separate pe secțiile clădirii și dacă este posibil, a unor ramuri separate pe categorii de puncte de consum. Pentru realizarea unui amestec convenabil al apei calde cu cea rece se folosesc baterii centralizate, eventual cu comandă termostatică, cu acționare mecanică sau cu celulă fotoelectrică. Conductele de distribuție a apei reci și calde se montează aparent pentru a permite intervenții imediate în timpul exploatării și pentru a evita infiltrațiile de apă în elementele de construcții. Pentru a se asigura o funcționare sigură și o exploatare ușoară a instalației, rețeaua de conducte se dimensionează cu diametre constante pe care sunt amplasate punctele de consum echidistante.

În băile publice moderne se folosesc căzi de baie pentru masaj cu jeturi subacvatice de aer și apă. La sistemul Hydroflux (aplicat căzii de baie tip "Whirlpool" de firma IDEAL STANDARD), o pompă absoarbe apa din cadă și o retrimite, sub presiune, prin 6 duze de admisie, dispuse lateral. Direcția jeturilor este reglabilă; de asemenea, intensitatea masajului poate fi adaptată după dorință, reglând turația motorului pompei. Sistemul cu jeturi de aer cald imersate în masa de apă, permite reglarea continuă a intensității masajului prin intermediul unui buton conectat la senzori și care permite în același timp, pornirea și oprirea instalației.

La secția de pedichiură se folosesc băi de picioare (fig. 4.2.2). Apa caldă se amestecă cu apa rece într-un amestecător și apoi alimentează robinetele băilor de

picioare. Evacuarea apei uzate la canalizare se face printr-un sifon de pardoseală.

După utilizare, apa uzată provenită de la spălare este evacuată printr-o rețea de canalizare, după ce în prealabil este răcită până la temperatura de $+40^{\circ}\text{C}$ (temperatura admisă pentru evacuarea apelor uzate la rețeaua de canalizare) în bazine în care se montează serpentina, prin care circulă apa de consum, realizându-se astfel o preîncălzire a acesteia, prin recuperarea căldurii apei reziduale. Apele menajere provenite de la grupurile sanitare ale secțiilor anexe se canalizează separat de apele uzate provenite de la spălare.

4.3. Bucătării mari pentru restaurante, hoteluri, spitale, cantine

Instalațiile sanitare din bucătăriile mari cuprind:

- mașini, utilaje și aparate specifice: mașini de gătit, marmite, baterii de căzanele basculante, tăvi, mese calde, cuptoare de patiserie, mașini de curățat cartofi, spălătoare degresoare, mașini de spălat vase etc.; în funcție de profilul unității respective, restaurant, snack-bar, cofetărie, patiserie, cantină etc.; numărul mediu al locurilor la mese; numărul și cantitatea de porții zilnice; organizarea fluxului tehnologic de fabricație a preparatelor culinare și de alte condiții locale;

- instalații pentru alimentare cu apă rece și apă caldă atât pentru consum tehnologic cât și pentru consum igienicosanitar (grupuri sanitare);

- canalizarea apelor uzate menajere și a apelor uzate provenite din procese tehnologice, inclusiv instalațiile de epurare locală (preepurare) care cuprind, în general, separatoare de nisip și separatoare de grăsimi;

- instalații de canalizare a apelor meteorice.

Tipurile mașinilor, utilajelor și aparatelor specifice bucătăriilor mari se aleg din cataloagele firmelor producătoare, iar numărul acestora se stabilește în funcție de elementele precizate mai sus.

4.4. Spitale, policlinici, complexe balneare

Instalațiile sanitare din unitățile spitalicești cuprind instalații de:

- alimentare cu apă rece și apă caldă pentru consum igienicosanitar (în grupuri sanitare), tehnologic și pentru nevoi gospodărești;

- canalizare, inclusiv de preepurare a apelor impurificate pentru evitarea contaminării cu microbi, germeni patogeni etc. (în special instalații de sterilizare a apelor uzate evacuate de la spitale de boli contagioase);

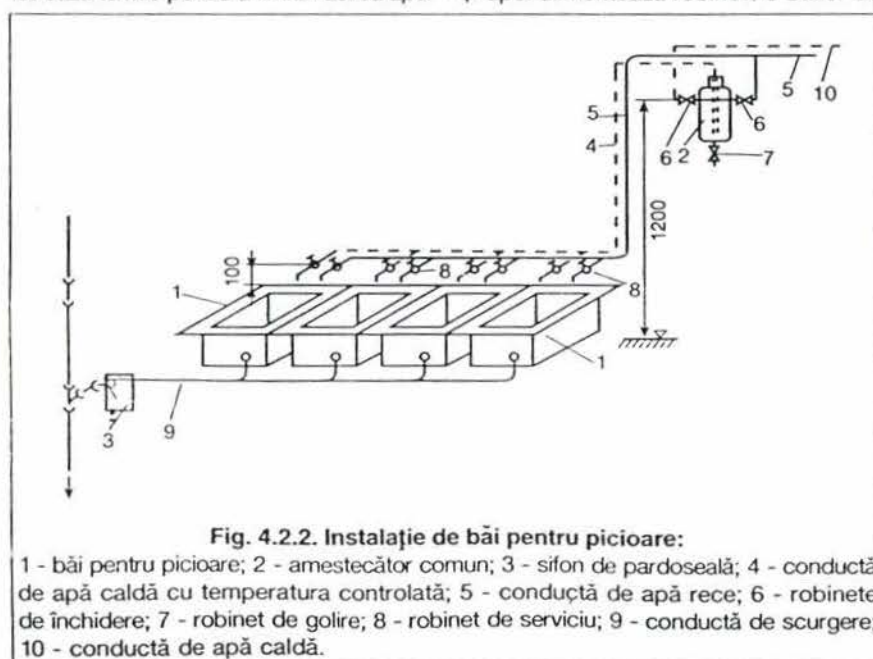


Fig. 4.2.2. Instalație de băi pentru picioare:

1 - băi pentru picioare; 2 - amestecător comun; 3 - sifon de pardoseală; 4 - conductă de apă caldă cu temperatura controlată; 5 - conductă de apă rece; 6 - robinete de închidere; 7 - robinet de golire; 8 - robinet de serviciu; 9 - conductă de scurgere; 10 - conductă de apă caldă.

- aer comprimat, pentru acționarea unor aparate și dispozitive folosite în tehnica medicală; aceste instalații pot fi:

→ locale, compuse dintr-un compresor fix sau mobil, cuplat cu un rezervor de stocare a aerului comprimat și racorduri fixe și/sau mobile la aparatele medicinale;

→ centrale, compuse dintr-o stație de compresoare, rezervoare - tampon de

aer comprimat, aparatura de comandă și reglare, reductoare de presiune și rețeaua de conducte de distribuție, realizată cu țevi din oțel sau din cupru; în secțiunea de intrare a aerului comprimat în instalația de utilizare se montează un filtru bacterian; se interzice folosirea aerului comprimat tratat pentru alte utilizări decât cele medicale autorizate;

- oxigen (necesar în special la secțiile de reanimare) compuse dintr-o rampă dublă de butelii (fig. 4.4.1) din care oxigenul trece într-un distribuitor sectorizat de robinetele care separă cele două părți ale rampei; presiunea oxigenului în distribuitorul rampei se citește la manometre; din distribuitor, oxigenul trece prin reductorul de presiune în conducta principală de distribuție care alimentează instalația de utilizare (fig. 4.4.2), la care sunt racordate aparatele medicale (masca de față, aparate de respirat etc.); conductele instalației de oxigen se execută cu țevi din cupru și se montează mascat (îngropate sub tencuiala pereților), rămânând vizibile numai prizele de oxigen, în care se introduc conductele de racord ale aparatelor medicale; această măsură are în vedere menținerea curățeniei și reducerea efectului psihic defavorabil al

instalației asupra bolnavilor; în secțiile de terapie intensivă se folosesc aparate mobile cu racorduri flexibile la instalația de oxigen (fig. 4.4.3);

- vacuum (fig. 4.4.4), necesar la sălile de operații, la terapia intensivă, în secțiile de chirurgie, laboratoare etc., pentru diferite tipuri de aspirații (din câmpul operator, din căile respiratorii superioare etc.); aceste instalații se compun din pompe de vacuum (pompe de vid cu inel de apă), rezervor de vacuum, separatoare, filtre, aparatură de automatizare și rețeaua de conducte cu țevi din oțel; mărimea vidului creat este de 0,01...0,2 bar (sub-presiune), iar debitele uzuale ale aparatelor medicale de 10...25 l/min.

4.5. Spălătorii de rufe și curățători chimice

Acestea (eventual și vopsitorii chimice) se proiectează pentru o anumită capacitate de producție definită de cantitatea de rufe uscate, îmbrăcăminte etc., ce poate fi spălată (curățată chimic) în 8 h, exprimată în kg/8h. Fluxul tehnologic, organizarea spațiilor și dotarea secțiilor de lucru cu mașini, aparate și utilaje, depind de mărimea și specificul capacității de producție.

Pentru spălătorii se folosesc: mașini de marcat (Polymark), mașini de spălat, grupuri de prese pentru călcat rufe, calandre pentru călcat, uscătoare rotative etc. Pentru curățători chimice se folosesc: mașini de curățat chimic cu percloretylen (tip BOWE), mese de scos pete, prese universale, mese de călcat etc.

Instalațiile sanitare specifice spălătorilor de rufe și curățătorilor chimice cuprind instalații de:

- dedurizare a apei (de regulă, în ciclul Na-cationic) necesară la spălat, curățat chimic și pentru completarea apei la

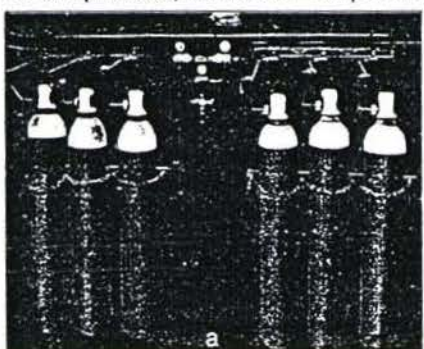


Fig. 4.4.1. Rampă de distribuție a oxigenului pentru spitale:

a - vedere generală;

b - schema instalației;

1 - butelie de oxigen; 2 - robinetul buteliei; 3 - racord flexibil; 4 - clapetă de retenție (supapă antiretur); 5 - distribuitor; 6 - robinet de sectorizare a rampei; 7 - reductor de presiune; 8 - inversor; 9 - contactor de inversare și semnalizare; 10 - contactor de alarmă; 11 - manometru; 12 - supapă de siguranță; 13 - robinet de purjare; 14 - pâlnie prevăzută cu sifon cu gardă hidraulică și racord la canalizare; 15 - robinetul principal al rampei de distribuție; 16 - racord de alimentare cu oxigen de la surse exterioare (în caz de urgență) și punct de recoltare a probelor de oxigen; 17 - conductă de alimentare cu oxigen a instalației de utilizare din spital.

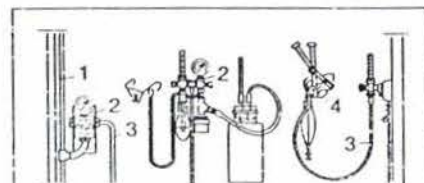


Fig. 4.4.2. Instalații de utilizare a oxigenului în spitale:

1 - coloană cu oxigen; 2 - panou de control prevăzută cu robinete de închidere și reglare; 3 - conductă de legătură la aparate medicale; 4 - mască de față.

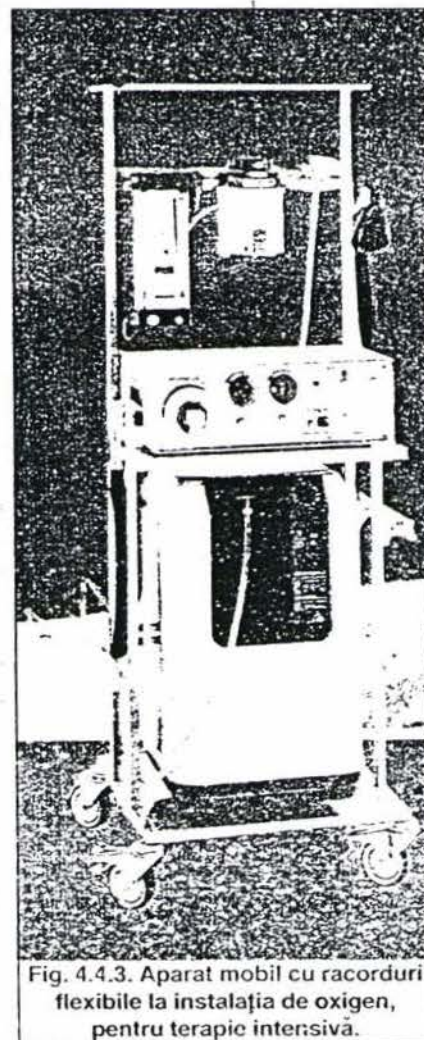


Fig. 4.4.3. Aparat mobil cu racorduri flexibile la instalația de oxigen, pentru terapie intensivă.

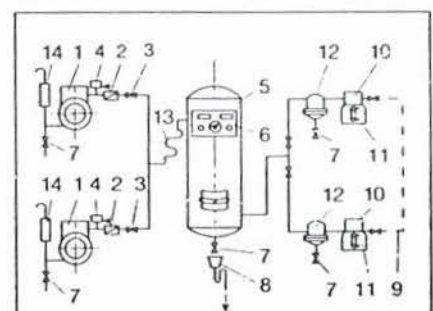


Fig. 4.4.4. Instalație centrală de vacuum - schema instalației:

1 - pompă de vacuum; 2 - clapetă de retenție; 3 - robinet de separare; 4 - presostat; 5 - rezervor de vacuum; 6 - tablou de comandă; 7 - robinet de golire; 8 - pâlnie colectoră; 9 - rețea de vacuum; 10 - separator; 11 - indicator cu sticlă de nivel și robinete de control; 12 - filtru bacterian; 13 - racord flexibil; 14 - amortizor de zgomot la evacuare.

cazanele de abur;

- alimentare cu apă rece și apă caldă de consum, pentru nevoi igienico-sanitare (la grupuri sanitare pentru personal) și pentru consum tehnologic;

- alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor;

- canalizare a apelor uzate provenite din procesul tehnologic (de la mașini de spălat, centrifuge de stors rufe etc.), a apelor uzate menajere (de la grupuri sanitare) și meteorice;

- aer comprimat necesar acționării preselor, compuse dintr-o stație de compresoare, rezervor tampon închis pentru stocarea aerului comprimat și rețeaua de conducte cu țevi din oțel;

- vacuum necesar absorbției la prelele de călcat, compusă dintr-o pompă de vid, cu inel lichid, acționată de un motor electric, un rezervor tampon închis și rețeaua de conducte cu țevi din oțel.

4.6. Closete publice

Rețeaua de closete publice, amplasate în punctele de aglomerație umană, contribuie direct la asigurarea confortului urban și a protecției mediului.

Componentele principale ale closetelor publice sunt:

- construcția care le adăpostește care poate fi subterană sau supaterană;

- obiectele sanitare, armăturile și accesoriile cum sunt: vase de closet, pisoare, lavoare, accesorii de igienizare, uscătoare cu aer cald pentru mâini, port hârtie, cuiere, etajere, oglinzi etc.;

- instalațiile de:

- alimentare cu apă și bransamentul la rețeaua exterioră;

- canalizare și racordul la conducta publică;

- încălzire și eventual de ventilare;

- iluminat electric;

- sisteme de taxare, indicatoare etc.

Closetele publice se organizează separat pe sexe.

Amenajarea closetelor publice în construcții subterane, prezintă dezavantaje de ordin tehnic, privind racordarea la rețelele publice de canalizare și social, prin inducerea unor reacții reticente pentru folosirea lor ca urmare a atmosferei de insecuritate pe care o inspiră. Ca urmare, se apreciază oportunitatea amenajării closetelor publice în construcții supaterane, independente sau cuplate cu alte funcțiuni și pe cât posibil în zone cu circulație

intensă și supraveghere permanentă.

În zonele aglomerate și cu trafic intens: piețe, străzi comerciale, bulevarde, stații ale mijloacelor de transport public etc., se recomandă amplasarea unor cabine sanitare preechipate, racordate direct la rețelele stradale de alimentare cu apă și canalizare. Cabinele sanitare stradale pot fi realizate industrializat, din materiale ușoare (aluminiiu, termopan, sticlă opacă etc.), și cu design adecvat. Ușile de acces în cabine sunt prevăzute cu dispozitive automate de comandă și taxare, precum și cu dispozitive de protecție anti-vandalism.

Dotarea cu obiecte sanitare a closetelor publice pentru bărbați cuprinde: pisoare, closete cu vase din semiporțelan sanitar sau cu tălpi și lavoare, iar cele pentru femei, closete și lavoare.

Numeroase firme din străinătate produc obiecte sanitare având diferite forme și dimensiuni, armături și accesorii cu caracteristici tehnice și performanțe ridicate, special pentru folosință publică. În armături, sunt încorporate sisteme de acționare automată, de temporizare, de reglare a debitului, de termostatare și de protecție antivandalism. Unele armături sunt cu acționare fără contactul utilizatorului, ca un mijloc sigur de protecție sanitară împotriva contaminării cu diferiți virusi.

În varianta obișnuită, pisoarele (fig. 4.6.1) se alimentează cu apă dintr-un rezervor comun care asigură o spălare continuă. În cazul pisoarelor tip Keramag (fig. 4.6.1) apa uzată este colectată într-o rigolă și evacuată printr-un sifon în conducta de canalizare. Alte tipuri de pisoare sunt prevăzute fiecare cu sifon cu gardă hidrostatică, racordată la conducta de canalizare.

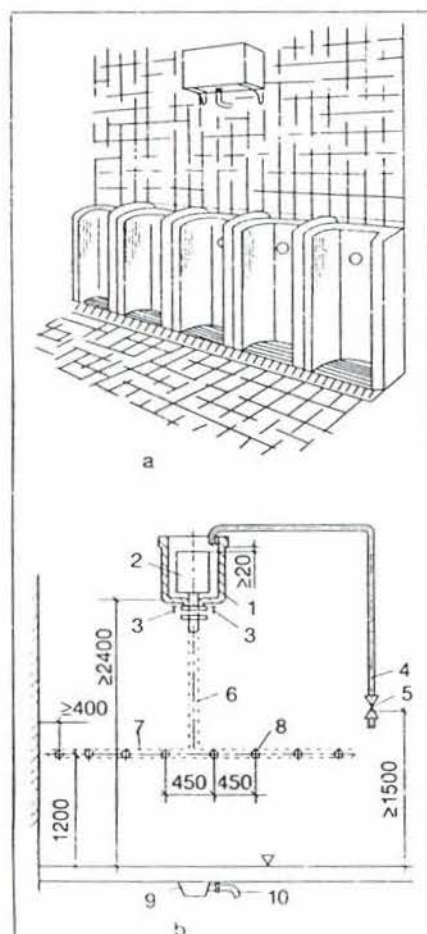


Fig. 4.6.1. Instalație cu rezervor comun de alimentare cu apă a pisoarelor: a - vedere generală; b - schema instalației;

1 - rezervor; 2 - plutitor; 3 - consolă; 4 - conductă de alimentare cu apă a rezervorului; 5 - robinet; 6 - țevă de spălare; 7 - distribuitor; 8 - racord la pisoar; 9 - sifon; 10 - conductă de canalizare.

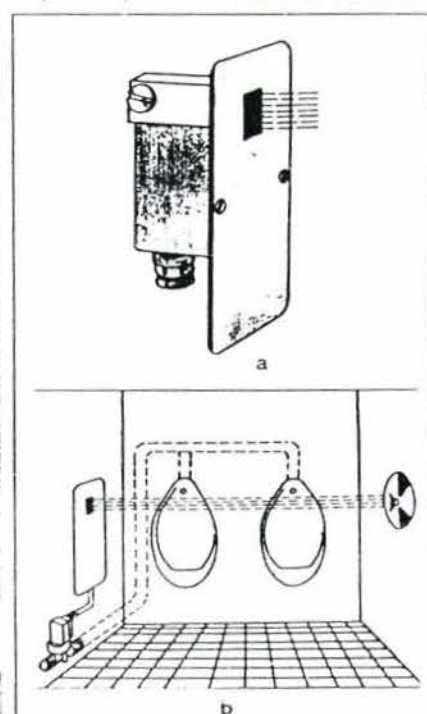


Fig. 4.6.2. Detector optic cu amplificator încorporat pentru emisia de radiații în infraroșu: a - vedere generală; b - schemă de funcționare.

a - vedere generală; b - schemă de funcționare.

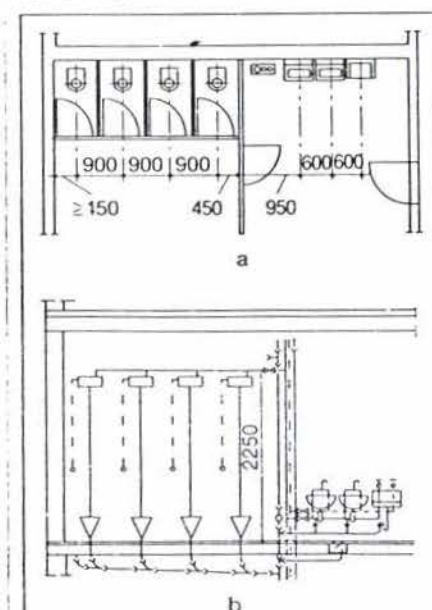


Fig. 4.6.3. Grup sanitar (closete publice pentru femei): a - plan; b - schemă.

Pentru pisoare s-au realizat robinete cu acționare în câmp de radiații în infraroșu. Un detector orientabil (fig. 4.6.2) cu amplificator încorporat, montat pe o placă cromată, emite fluxul radiant de comandă la apropierea utilizatorului. Pe hublou, o lampă punctuală indică starea corectă de funcționare a detectorului.

Closetele se montează în cabine (fig. 4.6.3) și sunt racordate la o conductă comună de canalizare, prevăzută cu cot cu capac pentru curățare. Pentru acționarea robinetelor de spălare cu apă a vaselor de closet, s-au realizat detectoare în câmp de radiații în infraroșu (fig. 4.6.4).

În closetele publice se prevăd lavoare (pentru spălarea mâinilor) și o chiuvetă pentru curățenie (fig. 4.6.3). Pentru lavoare au fost realizate diferite tipuri de robinete cu comandă electronică, prevăzute cu racorduri flexibile și care pot funcționa și cu baterii (fără racorduri electrice). Robinetele cu temporizare (denumite "Tempostop") realizează consumuri minime de apă pentru spălarea obiectelor sanitare după folosință, în condițiile asigurării cerințelor igienicosanitare și de confort.

Pentru spălarea mâinilor se folosesc distribuitoare de săpun lichid, care sunt

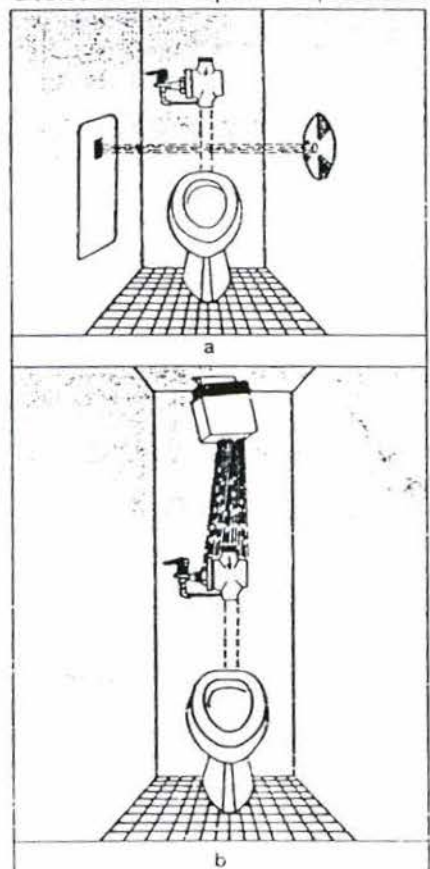


Fig. 4.6.4. Soluții de acționare a robinetelor de spălare cu apă a vaselor de closet, folosind detectoare de radiații în infraroșu: a - cu detector de perete; b - cu detector la plafon.

fie cu acționare electronică, cu detector de radiații în infraroșu, fie cu acționare manuală. Distribuitorul de săpun lichid cu detector de radiații în infraroșu, furnizează una până la cinci doze de săpun lichid de 0,75 cm³ fiecare, realizând economii apreciabile de săpun lichid utilizat.

Uscătoarele cu aer cald pentru mâini sunt prevăzute cu sisteme antivandalism din fibre de carbon (policarbonat) și au, în general, următoarele caracteristici tehnice: temperatura aerului cald 40 °C; debitul de aer 250 m³/h; tensiunea de alimentare 220 V; frecvența 50 Hz; puterea nominală 2600 W.

4.7. Fântâni arteziene cu jocuri de apă

Constituie elemente decorative ale ansamblurilor de clădiri, uneori adevărate lucrări de artă, care au un efect direct asupra protecției atmosferei, prin aceea că jeturile de apă purifică și umezesc aerul, producând în jurul lor o atmosferă plăcută, răcoritoare. Pentru multe orașe din lume, fântânile arteziene cu jocuri de apă constituie puncte de mare atracție turistică, oferind spectacole de apă, sunet și lumină și stârnind admirația vizitatorilor pentru arhitectura, sculpturile, ornamentele și jocurile de apă pline de fantezie, la care contribuie și amplasamentul fântânilor, în parcuri, piețe publice, grădinile unor palate cu valențe istorice sau pe unele artere mari de circulație.

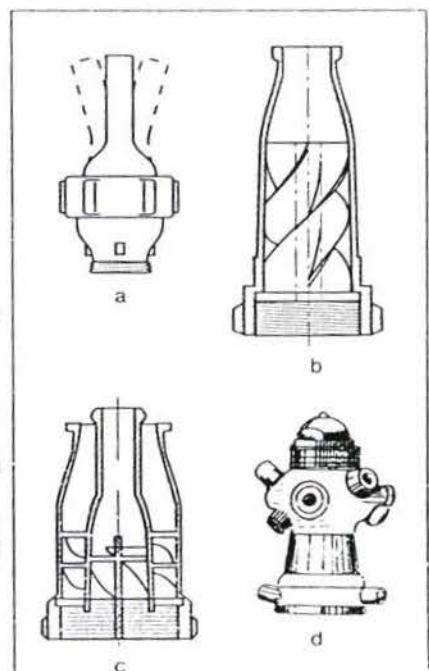


Fig. 4.7.1. Duze pentru realizarea jeturilor de apă ale fântânilor arteziene:

a - duză cu articulație; b - duză ghintuită cu un singur jet; c - duză ghintuită cu două jeturi; d - stropitor rotativ.

Pentru formarea jeturilor de apă se execută o gamă variată de tipodimensiuni de duze corespunzător efectelor estetice dorite, din materiale de calitate (bronz, alamă, oțel inoxidabil) și cu grad superior de prelucrare (fig. 4.7.1).

Înălțimea și forma jetului depind de presiunea în secțiunea de ieșire a apei din duze, precum și de construcția acesteia. Împrăștierea jetului se produce atât datorită formării de vârtejuri la ieșirea din orificiul duzei, cât și rezistenței opuse de către aer.

Pentru a obține jeturi verticale cât mai înalte, trebuie ca, în corpul duzei, trecerea de la diametrul mare la diametrul mic să se facă lin, iar racordul duzei la conductă să aibă o lungime egală cu 20-25 de ori diametrul orificiului duzei. Dacă aceasta din urmă condiție nu poate fi satisfăcută trebuie prevăzute, înaintea duzei, pe porțiunea dreaptă, piese speciale, cu goluri mici în lung, pentru liniștirea vârtejurilor, ceea ce duce la o mărire a înălțimii jetului cu 8... 10 %.

Pentru a se reduce consumul de apă și de energie, se recomandă utilizarea duzelor inelare care au un miez în formă de paraboloid de rotație.

Un joc de apă interesant este cel cu jet vertical și cu lălea de apă la care, în duza cilindrică, este adaptată o piesă conică din cupru prevăzută cu filet astfel că, prin înșurubare se poate regla mărimea lălelei de apă.

Un jet dispersat (aerat), cu o formă geometrică interesantă, se obține cu duza funcționând cu amestec apă-aer în care aerul este aspirat pe conturul lateral datorită depresiunii create prin efectul de eiecție al fluidului de antrenare, care este apa sub presiune introdusă printr-o duză interioară.

Pentru realizarea jeturilor cu împrăștierea apei, se utilizează duze ghintuite, care au în interiorul lor canale în spirală. Pentru obținerea unui con de împrăștiere mai mare, se utilizează duze ghintuite cu două jeturi introduse unul în celălalt.

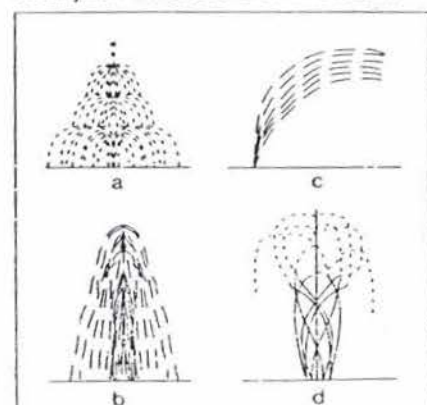


Fig. 4.7.2. Principalele tipuri de jeturi de apă ale fântânilor arteziene: a - „tortul miresei”; b - „fantasma” răsfirat; c - suflul balenei; d - jet rotativ.

Rășfirarea cât mai deplină se poate realiza printr-o pulverizare directă a apei, prin duze cu orificii de ieșire cu diametre foarte mici, în care caz trebuie luate măsuri speciale pentru filtrarea apei, pentru a se evita înfundarea. Se mai pot utiliza stropitori rotative care lucrează pe principiul moriștii hidraulice, cu jeturi verticale și orizontale și duze cu articulații cu care se pot obține jeturi înclinate. Pentru realizarea jeturilor în grup, se pot construi duze combinate.

În figura 4.7.2 se prezintă principalele tipuri de jeturi realizate de fântânile arteziene cu jocuri de apă. Se urmărește exploatarea efectelor estetice realizabile cu consumuri reduse de apă și de energie (filete și lame de apă în curgere liberă, jeturi aerate, jeturi pulverizate etc.); jocurile de apă se realizează prin comanda jeturilor folosind distribuitoare hidromecanice sau dispozitive automate cu comandă - program, în care caz pot fi asociate efecte muzicale și jocuri de lumini.

În figura 4.7.3 se prezintă schema funcțională a instalațiilor hidraulice pentru un ansamblu de 2 fântâni arteziene amplasate pe un teren în pantă. În această soluție, alimentarea cu apă a fântânii arteziene se realizează prin rețele de distribuție și grupuri de pompare proprii, care să evite posibilitatea formării sistemului de vase comunicante ce ar favo-

riza golirea bazinelor din amonte (aflate la cote superioare) în bazinele din aval (amplasate la cote inferioare). Soluția se recomandă pentru diferențe relativ mari de nivel (40...50 cm) al apei din bazinele fântânii și se poate realiza prin amenajări constructive, sistematizarea terenului, prevederea unor elemente decorative etc., care să ofere ansamblului valori arhitecturale și estetice deosebite.

În soluția prezentată în figura 4.7.3, jocurile de apă se realizează cu distribuitoare mecanice rotative. Duzele pentru formarea jeturilor înclinate sunt alimentate cu apă printr-o rețea înelară, asigurându-se astfel presiuni aproape uniforme în secțiunile de ieșire a apei. Impuritățile din apă sunt reținute în filtre, montate în stația de pompare.

Soluția de amplasare a stației de pompare față de fântâni depinde de poziția sursei de alimentare cu apă (conducta publică), de sistematizarea rețelilor hidro-edilitare în zonă, corelată cu prezenta altor tipuri de rețele (termice, electrice etc.), de forma reliefului (terenuri în pantă, terenuri plate) și de raportul între pierderile de sarcină lineare și pierderile de sarcină locale, pe traseul principal de alimentare cu apă a fântânii arteziene. Acest raport prezintă importanță în asigurarea reglării debitului și presiunii la diferite duze, pentru obținerea efectului dorit al jocurilor

de apă, respectiv pentru asigurarea caracteristicilor geometrice ale jeturilor de apă.

În cazul fântânii arteziene prevăzute cu recircularea apei, se recomandă evitarea stațiilor de pompare independente, prin integrarea acestora în structura ansamblului și, în mod deosebit, utilizarea agregatelor de pompare de tip submersibil, montate direct în bazine.

În figura 4.7.4 se prezintă schema instalațiilor hidraulice pentru o fântână arteziană la care apa este recirculată cu pompe submersibile cu ax orizontal. În această variantă, jocurile de apă se realizează cu motoare electrice cu turație variabilă, programate electronic.

Din punct de vedere arhitectural, pentru a realiza o comunicare mai intimă între privitor și fântâna arteziană, mai ales când jocurile de apă sunt asociate cu jocuri de lumini printr-un sistem adecvat de iluminare nocturnă, se poate renunța la marginea bazinului, obținându-se

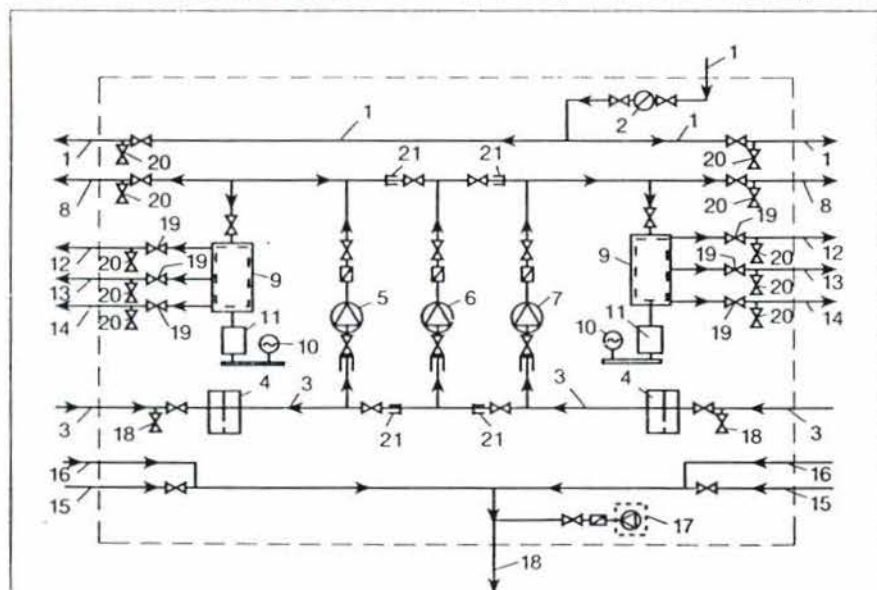


Fig. 4.7.3. Schema instalațiilor hidraulice pentru un ansamblu de două fântâni arteziene amplasate pe un teren în pantă:

1 - conductă de alimentare cu apă pentru umplere și completare a pierderilor; 2 - contor pentru apă; 3 - conductă de aspirație; 4 - filtru; 5 - pompă de recirculare a apei pentru fântâna din aval; 6 - pompă de rezervă; 7 - pompă de recirculare a apei pentru fântâna din amonte; 8 - conductă de alimentare cu apă a jeturilor perimetrale înclinate; 9 - distribuitor mecanic; 10 - motorul de antrenare a distribuitorului mecanic; 11 - reductor de turație; 12, 13, 14 - conducte de alimentare cu apă pentru jeturi de tip I, II și III; 15 - conductă de golire; 16 - conductă de preaplin; 17 - pompă de epuizare; 18 - racord la canalizare; 19 - vană de închidere și reglare; 20 - robinete de golire în caz de avarie sau în sezonul rece; 21 - compensator de montare.

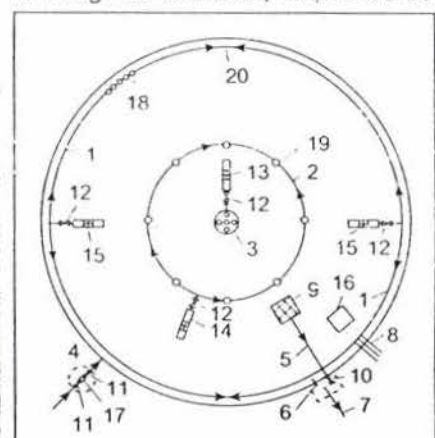


Fig. 4.7.4. Schema instalațiilor hidraulice pentru fântâna arteziană la care recircularea apei se realizează cu pompe submersibile cu ax orizontal:

1 - conductă de alimentare a jeturilor perimetrale înclinate; 2 - conductă de alimentare cu apă a jeturilor verticale; 3 - duză combinată pentru jetul central; 4 - conductă de apă pentru umplere și completare pierderi; 5 - conductă de golire; 6 - conductă de preaplin; 7 - conductă de racord la canalizarea publică; 8 - piesă etanșă pentru montarea cablurilor electrice; 9 - piesă de golire de fund; 10 - robinet normal închis; 11 - robinet de închidere; 12 - robinet de închidere și reglare; 13 - pompă pentru alimentarea duzei centrale; 14 - pompă pentru alimentarea jeturilor verticale; 15 - pompă pentru alimentarea jeturilor înclinate; 16 - tablou electric și de automatizare capsulat; 17 - contor de apă; 18 - duză pentru jeturi înclinate; 19 - duză pentru jeturi verticale; 20 - punct de convergență.

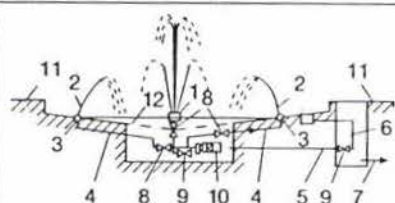


Fig. 4.7.5. Schema instalațiilor hidraulice ale unei fântăni arteziene cu jocuri de apă dotată cu pompă submersibilă și bazin de construcție specială:

1 - duză pentru jet central; 2 - duză pentru jeturi perimetrale; 3 - inel de alimentare pentru jeturi înclinate; 4 - conductă de alimentare a inelului pentru jeturi perimetrale; 5 - conductă de golire; 6 - conductă de preaplin; 7 - conductă de racord la canalizarea publică; 8 - robinet de închidere și reglare; 9 - robinet de golire; 10 - pompă submersibilă; 11 - trotuar; 12 - grătar demontabil.

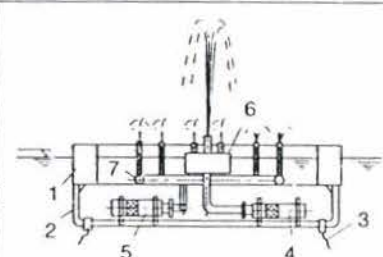


Fig. 4.7.6. Schema instalațiilor hidraulice ale unei fântăni arteziene plutitoare dotată cu pompe submersibile:

1 - plutitor; 2 - cadru de susținere a instalațiilor; 3 - cablu de ancorare; 4 - pompă de alimentare a jeturilor de apă; 5 - pompă de alimentare a jeturilor laterale; 6 - distribuitor; 7 - inel de alimentare a jeturilor laterale.

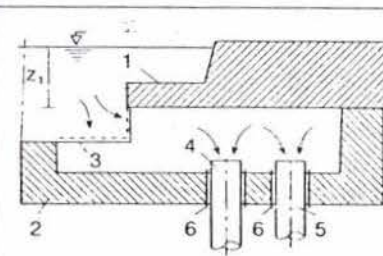


Fig. 4.7.7. Gură de aspirație a apei amplasată la radierul bazinului fântăni arteziene și prevăzută cu grătar de protecție:

1 - soclul corpului central al fântăni; 2 - radierul fântăni și planșul stației de pompare; 3 - grătarul gurii de aspirație; 4 - conducta de aspirație a grupului I de pompare; 5 - conducta de aspirație a grupului II de pompare; 6 - piesă etanșă de trecere prin planșul stației de pompare.

efecte estetice remarcabile. Schema instalațiilor hidraulice ale unei astfel de fântăni arteziene în varianta cu pompe submersibile este redată în figura 4.7.5.

O variantă a fântăni arteziene dotată cu pompe submersibile este fântăna arteziană plutitoare, a cărei schemă funcțională se prezintă în figura 4.7.6 și care poate fi amplasată pe lacurile din parcurile de agrement.

Amenajarea fântănilor arteziene pe lacuri sau cursuri de apă se recomandă numai în condițiile în care apele nu sunt contaminate cu afluenți poluanți.

O problemă deosebit de importantă legată de aspirația apei din bazinele fântănilor arteziene este evitarea formării vârtejurilor în zona de aspirație, ceea ce duce la aspirația aerului o dată cu apa și, ca urmare, la posibilitatea apariției fenomenului de cavitație la pompă. Acest regim duce atât la consecințele grave cunoscute pentru pompe, cât și la dereglarea funcționării întregii instalații pentru formarea jeturilor de apă. Pentru evitarea formării vârtejurilor se iau măsuri constructive și funcționale, ca de exemplu: asigurarea unei înălțimi minime a stratului de apă peste partea superioară a gurii de aspirație, astfel încât aceasta să lucreze înecat; asigurarea unor viteze minime ale apei în zona gurii de aspirație etc.

În figura 4.7.7 se prezintă o soluție constructivă de gură de aspirație, cu bune rezultate în exploatare.

Construcția bazinului fântăni trebuie să permită golirea completă a apei în timpul iernii, pentru evitarea înghețului. Radierul bazinului trebuie să aibă o pantă de cel

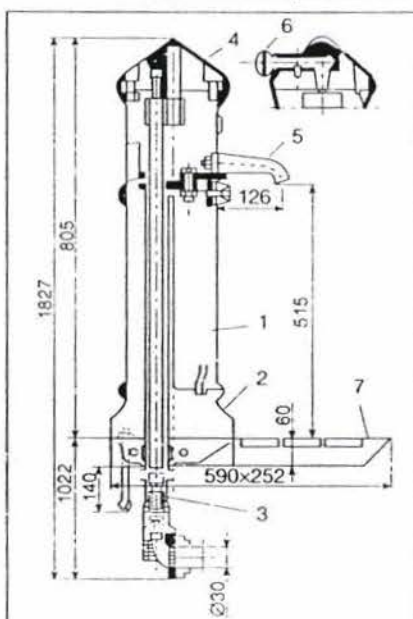


Fig. 4.8.1. Fântână publică pentru băut apă (construcție franceză):

1 - corpul fântăni; 2 - cofret; 3 - coloană montantă; 4 - capac; 5 - pipă; 6 - buton de manevră; 7 - grătar.

puțin 5 ‰ spre punctul de scurgere.

Pentru spălarea radierului și a ornamentelor din interiorul fântănilor arteziene se recomandă, fie folosirea hidranților de grădină (dacă există), fie montarea unui racord cu robinet dublu serviciu cu port-furtun, la gurile de alimentare cu apă a bazinului, pentru umplerea și completarea pierderilor de apă.

Hidroizolația interioară a fântănilor arteziene poate fi rigidă sau elastică. Piese etanșe de trecere a conductelor prin pereții bazinelor se adaptează tipului de hidroizolație folosit fiind înglobate în pereți sau radier o dată cu turnarea betonului.

În condițiile existenței unor betoane impermeabile, conductele de alimentare cu apă pot fi montate și direct în elementele de construcție ale fântănilor arteziene.

4.8. Fântâni publice pentru băut apă

Se recomandă amplasarea acestora în parcuri, grădini, pe bulevarde sau străzi principale, în piețe publice etc.

Realizarea tehnică a fântănilor trebuie să asigure utilizarea rațională și în condiții de confort igienico-sanitar a apei potabile. Întrucât folosirea lor este sezonieră (vara) pentru perioada de iarnă se iau măsuri de protecție termică împotriva înghețului, evitând pe cât posibil operațiunile incomode de demontare și reinstalare periodică a fântănilor.

Elementele componente ale unei fântăni publice pentru băut apă sunt: corpul fântăni, dispozitivul de acționare (manetă, pedală, celulă fotoelectrică), dispozitivul de folosire, robinetul de închidere generală, legătura la rețea, sistemul de colectare a apei nefolosite, conductele de evacuare și scurgere, racordul la canalizare, platforma betonată de protecție.

În figura 4.8.1 se prezintă o fântână publică pentru băut apă de construcție franceză.

4.9. Instalații pentru stropit spații verzi

Pentru întreținerea spațiilor verzi se folosesc hidranți de stropit sau sisteme moderne cu aspersoare, cu acționare manuală sau automatizată.

Hidranții pentru stropit spații verzi, (hidranți de grădină) sunt dispozitive alimentate cu apă rece sub presiune din rețelele exterioare. La hidranți, prin intermediul unor piese speciale sunt racordate furtunuri cu țevi de refulare pentru formarea și dirijarea jeturilor de apă pe suprafețele spațiilor verzi.

Debitul și presiunea de utilizare a apei trebuie asigurate prin rețelele exterioare pentru buna funcționare a hidranților de stropit spații verzi.

Numărul hidranților sau aspersoarelor

depinde de:

- cantitatea de apă necesară fiecărei suprafețe în funcție de tipul plantațiilor (gazon, straturi de flori etc.);
- cantitatea de apă disponibilă;

- presiunea apei;
- intensitatea de stropire;
- necesarul de apă în funcție de norma de udare;
- caracteristicile hidraulice ale aparatului de stropire;
- mărimea suprafeței.

Hidranții subterani de construcție românească sunt standardizați având diametrele nominale egale cu 20 și 25 mm și sunt prevăzuți cu orificiu de golire pentru evitarea înghețării apei în timpul iernii.

În figura 4.9.1 se prezintă un hidrant pentru stropit spații verzi de construcție franceză echipat cu o priză frontală cu racord simetric, prin flanșă având $D_n = 80$ mm, având presiunea maximă de serviciu 16 bar. Corpul hidrantului se montează la suprafața terenului ceea ce reprezintă un avantaj în exploatare.

Pentru stropirea locală a spațiilor florale se recomandă sistemul GARDENA care folosește aspersoare programate electronic obținând importante economii de apă.

4.10. Instalații de alimentare cu apă și canalizare în piețe publice fixe sau volante, amplasate în aer liber

În viața oricărui oraș, comerțul reprezintă o activitate de care este interesată și la care participă aproape întreaga populație. În particular, comerțul cu produse agroalimentare (legume, zarzavaturi, fructe etc.) se desfășoară în cea mai mare parte în piețe publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, pe platouri acoperite și prevăzute cu amenajări constructive necesare expunerii mărfurilor.

Dotarea cu instalații sanitare a piețelor publice fixe sau volante, amplasate în aer liber, pe platouri, este o condiție strict necesară pentru desfășurarea unui comerț civilizat de produse agroalimentare cu respectarea regulilor igienicosanitare, în ve-

derea asigurării sănătății populației.

Principalele dotări necesare în piețele publice fixe sau volante, amplasate în aer liber, sunt următoarele:

a) bazine din beton (spălătoare), cu mai multe compartimente, căptușite la interior cu faianță și alimentate printr-o conductă cu apă rece sub presiune, prevăzute cu robinete pentru spălarea legumelor, fructelor etc. (fig. 4.10.1). Bazinele se racordează cu conducte la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul unui cămin de racord. În figura 4.10.2 se prezintă o soluție de spălător circular, având baterie cu robinete pentru apă rece montate pe o conductă inelară, ceea ce permite accesul ușor al utilizatorului.

Condițiile de realizare a acestor dotări sunt:

a) existența rețelei exterioare de alimentare cu apă rece având debitul și presiunea necesare și a rețelei exterioare de canalizare în zona respectivă;

b) prevederea unui separator de nisip (și/sau de nămol), prevăzută în cazul unor debite mari de ape uzate evacuate de la mai multe bazine (spălătoare); apele uzate sunt preepurate și apoi deversate în rețeaua exterioară de canalizare;

c) existența unor closete publice;

d) prevederea unor hidranți pentru stropit sau robinete cu portfurnut racordate la rețeaua de apă, pentru spălarea platourilor și a meselor din beton folosite pentru expunerea mărfurilor agroalimentare.

Amplasamentul, numărul, dimensiunile (capacitățile) și formele constructive ale bazinelor (spălătoarelor) se stabilesc de proiectanți (ingineri, arhitecți) în funcție de mărimea pieții, caracterizată prin numărul standurilor de expunere a mărfurilor agroalimentare, numărul (rulajul) consumatorilor, cantitățile (estimate) de mărfuri ce vor fi vândute etc. Se recomandă ca amplasarea bazinelor de spălare să se facă în axa de simetrie a platourilor și în centrul zonei destinate desfacerii produselor agroalimentare.

Se recomandă ca amplasarea closetelor publice în zona piețelor să se facă la distanțe de circa 50 m de platourile destinate desfacerii mărfurilor asigurându-se condițiile de protecție igienicosanitare.

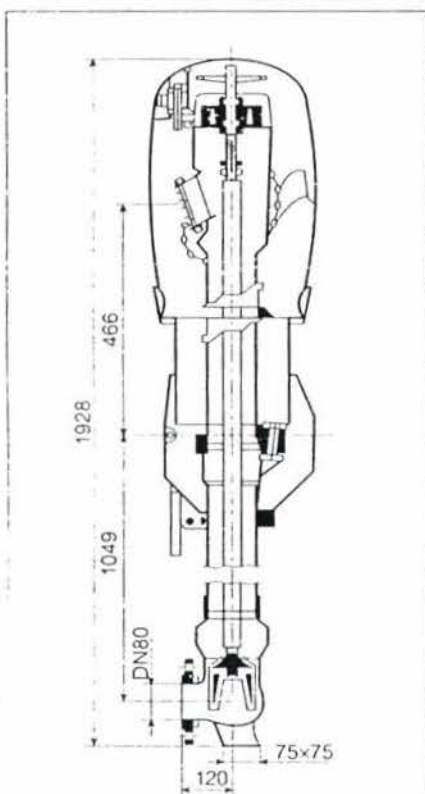


Fig. 4.9.1. Hidrant pentru stropit spații verzi tip HERMES Dn 80 (Franța).

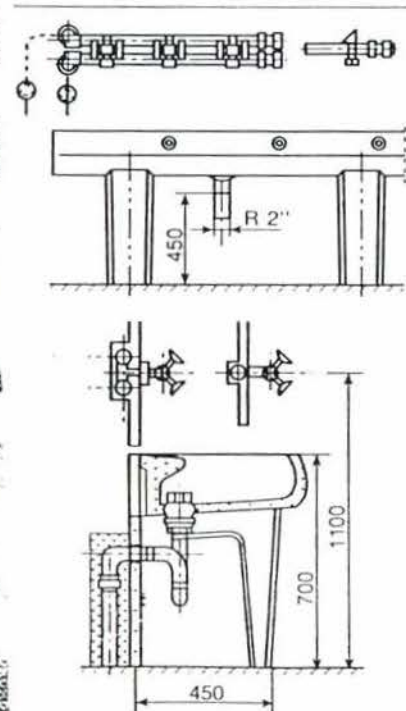


Fig. 4.10.1. Bazine din beton cu mai multe compartimente captușite cu faianță și prevăzute cu instalații de alimentare cu apă și canalizare.

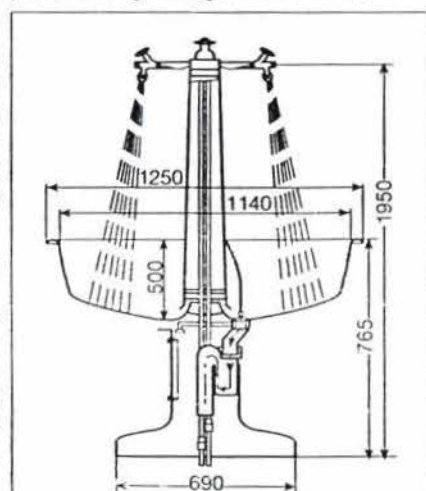


Fig. 4.10.2. Spălător circular cu baterie de robinete pentru apă rece, montate pe o conductă inelară.

I. Instalații sanitare

Capitolul 5

Instalații sanitare în clădiri izolate

Prin clădiri izolate se înțeleg acele clădiri care sunt amplasate în localități sau zone lipsite de rețele publice de alimentare cu apă și canalizare, cum sunt unele clădiri din mediul rural, din zonele de deal și de munte etc., pentru care se prevăd instalații locale de alimentare cu apă și canalizare.

5.1. Instalații locale de alimentare cu apă rece

Pentru clădirile din mediul rural amplasate în zone de șes, principala sursă de alimentare cu apă potabilă o constituie apa subterană.

După adâncimea nivelului liber al apei față de nivelul solului, apa subterană poate fi la:

- mică adâncime (5...10 m), captată cu puțuri sau fântâni săpate și extrasă cu pompe submersibile acționate de motoare electrice, cu pompe de mână, sau cu găleți (fără posibilități de curățare). Pentru protecția calității

apei, nu se admit puțuri sau fântâni cu adâncimi sub 5 m sau în puncte a căror apropiere de surse de poluare (contaminare) este sub 50 m (closete, grajduri, gropi de gunoi etc.);

- adâncime medie (10...50 m), captată cu puțuri săpate și executate din tuburi din beton cu diametrul 200...1000 mm; această apă corespunde din punct de vedere bacteriologic și de regulă, este extrasă cu pompe submersibile;

- mare adâncime (50...200 m), captată prin puțuri forate și extrasă cu pompe submersibile; această apă prezintă avantajul că este corespunzătoare din punct de vedere bacteriologic, dar și dezavantajul unor costuri specifice de investiție mari, iar uneori poate fi mineralizată (cu concentrații mari de fier și mangan) necesitând instalații de tratare (deferizare, demanganizare etc.).

Instalațiile locale de alimentare cu apă rece pot fi cu:

- pompe submersibile și recipiente de hidrofor (fig. 5.1.1). Se pot folosi recipiente de hidrofor de tip obișnuit (standardizat) sau cu membrană (balon) din cauciuc; recipientul de hidrofor, împreună cu armăturile anexe și aparatele de automatizare se pot am-

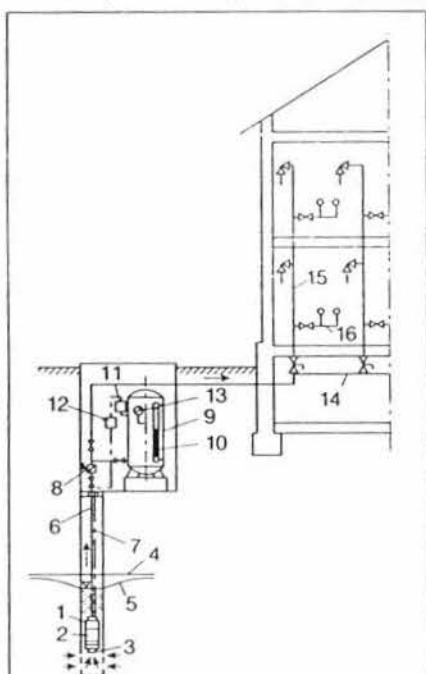


Fig 5.1.1. Instalație locală de alimentare cu apă din puț de adâncime medie, cu pompă submersibilă și hidrofor:

1 - pompă submersibilă; 2 - motor electric; 3 - sorb cu clapetă de reținere; 4 - nivelul hidrostatic al apei subterane; 5 - nivelul hidrodinamic al apei subterane; 6 - conductă de refulare a apei; 7 - cablu electric izolat; 8 - clapetă de reținere; 9 - recipient de hidrofor; 10 - indicator cu sticlă de nivel; 11 - presostat; 12 - automat pentru pornirea - oprirea pompei; 13 - manometru; 14 - conductă de distribuție a apei; 15 - coloană; 16 - conductă de legătură (derivație) la obiectele sanitare.

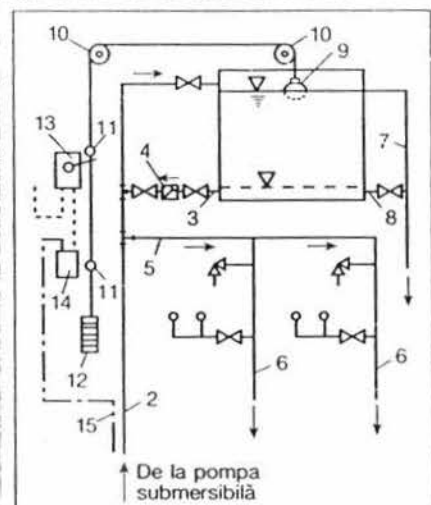


Fig 5.1.2. Instalație locală de alimentare cu apă din puț de adâncime medie, cu pompă submersibilă și rezervor de înălțime:

1 - rezervor de înălțime; 2 - conductă de refulare a pompei (de alimentare cu apă a instalației și a rezervorului de înălțime); 3 - conductă de distribuție a apei din rezervorul de înălțime; 4 - clapetă de reținere; 5 - conductă principală de distribuție a apei; 6 - coloană; 7 - preaplin; 8 - conductă de golire a rezervorului; 9 - plutitor; 10 - scripete; 11 - limitator; 12 - contragreutate; 13 - automat cu pârghie; 14 - automatul de pornire - oprire a pompei; 15 - cablu electric.

plasa într-un cămin exterior, prevăzut cu capac și scară metalică interioară de acces, sau într-un spațiu tehnic adecvat din interiorul clădirii;

- pompe submersibile și rezervoare de înălțime (fig. 5.1.2). În care caz, pompa poate fi acționată automat în funcție de nivelul apei din rezervor, printr-un plutitor pus în legătură cu o contragreutate prin intermediul unui cablu pe care sunt fixate două limitatoare ce acționează maneta automatului de pornire a pompei (la atingerea nivelului minim al apei în rezervor) sau de oprire a pompei (la stabilirea nivelului maxim al apei în rezervor).

Pentru clădirile amplasate în zone de munte (și uneori de deal) alimentarea cu apă potabilă poate fi asigurată prin captări din izvoare (dacă există) și acumulare în rezervoare, din care apa este distribuită gravitațional sau prin pompare (în funcție de cota geodezică a rezervorului față de cota celui mai înalt punct de consum al apei).

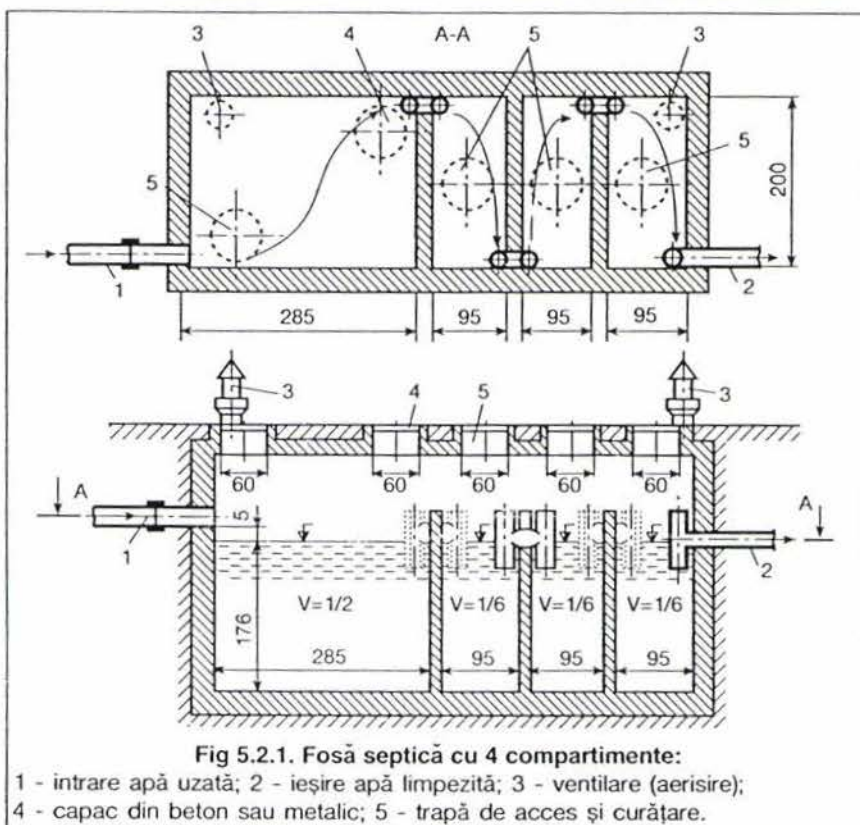
5.2. Instalații locale de canalizare

Instalațiile de canalizare a apelor uzate menajere din interiorul clădirilor izolate se proiectează și se execută ca și instalațiile din clădirile racordate la rețelele exterioare de canalizare.

De regulă, apele uzate menajere provenite din clădiri amplasate în zone necanalizate sunt evacuate în fose septice unde sunt limpezite și conduse apoi în conducte de drenare sau într-un puț absorbant din care sunt infiltrate în sol, cu condiția să nu producă contaminarea apei freatică.

Fosa septică (fig. 5.2.1) are forma dreptunghiulară în plan, se execută din zidărie de cărămidă sau beton și este compusă, de regulă, din patru compartimente. Primul compartiment are un volum egal cu jumătate din volumul total al fosei, iar celelalte compartimente au volume egale fiecare având 1/6 din volumul total al fosei. Volumul util se consideră pe o înălțime de 1,0 m, ceea ce corespunde la 1 m² suprafață pentru 1,0 m³/zi apă uzată, timpul de trecere a apei uzate prin fosa septică fiind de 3-4 zile, ceea ce revine pentru volumul util al fosei la 300...500 l/pers. În fosa septică sunt reținute materiile în suspensie (prin sedimentare). Pentru eliminarea sedimentului depus, fosa septică se curăță (vidanjează) o dată sau de 2 ori pe an.

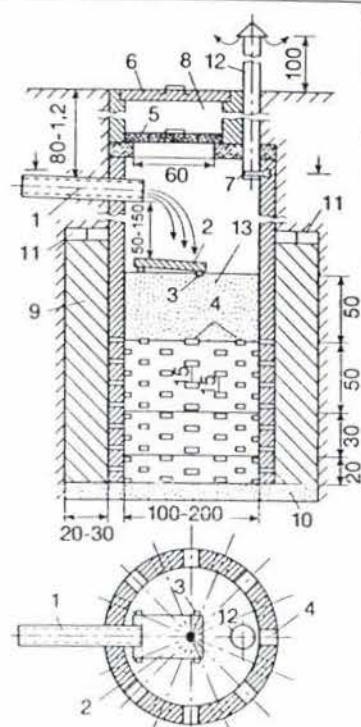
Apele uzate limpezite pot fi eliminate din fosa septică prin conducte de drenaj, pentru a fi infiltrate în sol, soluție mai puțin recomandată datorită colmatării acestor conducte după un număr mic de ani sau în puțuri absorbante.



Puțul absorbant (fig. 5.2.2) poate avea secțiune circulară sau pătrată și se realizează ca un filtru. La partea inferioară și la exterior se prevede un material filtrant cu granulații diferite sau cărămidă spartă mărunț. Deasupra acestuia se așterne un strat fin (bine cernut) de nisip și peste acesta se pune o lespede (de piatră) de stopire, care să evite tulburarea stratului de nisip de către apa ce curge (cade) din conducta de intrare a apelor uzate.

Cota conductei de intrare a apei uzate este condiționată de cota de ieșire din fosa septică amplasată în amonte. Între conducta de intrare a apei uzate și stratul de nisip se lasă un spațiu cu

înălțime de 0,50...1,50 m în care se poate acumula o cantitate de apă în momentul în care debitul depășește posibilitatea de filtrare în sol. Apele uzate ce cad pe placa de stopire străbat stratul filtrant și sunt infiltrate în sol prin barbacanele (golurile) prevăzute în pereții tubului inferior. Diametrul sau latura puțului absorbant variază între 1,0 și 2,0 m. Se recomandă ca distanța de la fundul puțului la nivelul maxim al apelor freatice să fie de cel puțin 1,0 m. Capacitatea puțurilor absorbante este (aproximativ): în pământuri nisipoase, 150...200 l/m² zi; în pământuri argiloase - nisipoase, 100...200 l/m² zi; în pământuri argiloase, sub 100 l/m² zi.



La suprafața stratului filtrant se formează o pojghiță vâscoasă (plancton) care trebuie îndepărtată prin curățarea puțului absorbant (o dată la 3 luni). După curățare, stratul filtrant se completează cu nisip proaspăt.

I. Instalații sanitare

Capitolul 6

Instalații de gaze naturale combustibile

Gazele naturale combustibile se captează din zăcămintele subterane cu ajutorul sondelor și sunt constituite din amestecuri de hidrocarburi saturate metan (în participație volumică de 90...95 %), etan, propan, butan etc., având în diverse proporții și unele impurități ca hidrogen sulfurat, bioxid de carbon, azot, praf etc.

Gazele naturale combustibile sunt folosite în instalațiile de ardere din clădirile de locuit, social-culturale, industriale și agrozootehnice în scopul obținerii energiei termice, necesare pentru încălzire, nevoi menajere (mașini de gătit, încălzirea apei de consum etc.) sau în diferite procese tehnologice.

6.1. Proprietăți fizice principale ale gazelor naturale combustibile

6.1.1. Stări de referință pentru gazele naturale combustibile

Parametrii de stare ai gazelor naturale combustibile se exprimă la o anumită stare de referință care poate fi: starea normală fizică și starea de referință standard.

- Starea normală fizică, notată cu indicele N, caracterizată prin:
 - temperatura normală fizică, $t_N=0^\circ\text{C}$ (sau $T_N=273,15\text{ K}$);
 - presiunea normală fizică, $p_N=101325\text{ N/m}^2=1,01325\text{ bar}=760\text{ mmHg}=1,033\text{ ata}$ (atmosferă tehnică absolută);
- Starea de referință standard, notată cu indicele s, definită prin:
 - temperatura standard, $t_s=15^\circ\text{C}$ (sau $T_s=288,15\text{ K}$);
 - presiunea standard egală cu presiunea normală fizică, $p_s=p_N$.

Pentru instalațiile de gaze naturale combustibile se consideră că temperatura de 15°C este aproape egală cu media temperaturilor anuale la care gazele trec prin contoare și instalații de utilizare.

Presiunile gazelor naturale se exprimă, de regulă, în scara manometrică (suprapresiuni), având originea egală cu presiunea atmosferică la starea normală fizică, $p_N=1,01325\text{ bar}$ (în scara absolută).

6.1.2. Treptele de presiuni în instalațiile de gaze naturale combustibile

Presiunile gazelor naturale combustibile în zăcămintele subterane sunt variabile, astfel că după captare și tratare sunt comprimate cu compresoare de gaze în sistemul de transport și distribuție.

Datorită necesităților de transport și de utilizare, presiunile gazelor în diver-

se părți ale rețelelor au valori diferite, numite trepte de presiuni.

Prin treaptă de presiune se înțelege intervalul cuprins între limitele maximă și minimă ale presiunilor admise în rețelele și instalațiile de utilizare a gazelor combustibile. Treptele de presiuni utilizate sunt:

- presiune înaltă: peste 6 bar;
- presiune medie: între 6 și 2 bar pentru conducte din oțel; între 4 și 2 bar pentru conducte din polietilenă;
- presiune redusă: între 2 și 0,05 bar;
- presiune joasă: sub 0,05 bar.

Valorile treptelor de presiuni au fost stabilite avându-se în vedere: siguranța în funcționare a sistemului de alimentare cu gaze; caracteristicile funcționale ale reguletoarelor de presiune, debitmetrelor (contoarelor) și aparatelor de reglare și automatizare; presiunile de utilizare a arzătoarelor și a altor aparate care funcționează cu gaze naturale combustibile.

Treptele de presiuni delimitează diferitele părți componente ale unui sistem de alimentare cu gaze naturale combustibile.

6.1.3. Densitatea gazelor naturale combustibile

Densitatea (masa volumică) ρ reprezintă masa unității m [kg] de volum V [m³] de gaz omogen, în condiții determinate de temperatură și presiune și se exprimă prin relația:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (6.1.1)$$

Pentru domeniile uzuale de presiuni și temperaturi de utilizare, gazele naturale combustibile se supun legilor gazelor perfecte. În aceste condiții și ținând seama că densitățile gazelor sunt date în tabele la starea normală fizică, densitatea ρ a gazului la o stare oarecare (p, T) se determină cunoscând densitatea ρ_N la starea normală cu relația:

$$\rho = \rho_N \cdot \frac{T_N}{T} \cdot \frac{p}{p_N} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (6.1.2)$$

În tabelul 6.1.1 sunt date valorile densității gazului metan pentru câteva temperaturi, la presiune normală. În practica de dimensionare a conductelor de gaze naturale combustibile se folosește mărimea numită densitatea relativă δ a gazului în raport cu aerul, definită ca raportul între densitatea ρ a unui anumit volum de gaz și densitatea aceluiași volum de aer ρ_a , în aceleași condiții de temperatură și presiune:

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_a} \quad (6.1.3)$$

gazul și aerul fiind considerate gaze ideale.

Tabelul 6.1.1. Valorile densității gazului metan la diferite temperaturi

Temperatura		Densitatea ρ
[K]	[°C]	[kg/m ³]
273,15	0	0,716
283,15	10	0,691
288,15	15	0,679
293,15	20	0,667
313,15	40	0,624
323,15	50	0,605
333,15	60	0,587
373,15	100	0,524

Densitatea relativă a unui gaz este o mărime adimensională. La starea de referință normală fizică, densitatea aerului este $\rho_{aN}=1,293\text{ kg/m}^3$ astfel că, densitatea gazului va fi $\rho_N=1,293\delta$.

6.1.4. Vâscozitatea gazelor naturale combustibile

Vâscozitatea gazelor intervine când abaterile gazului real de la modelul de calcul al gazului ideal sunt importante. În calcule se utilizează coeficientul cinematic de vâscozitate ν [m²/s] definit ca raportul între coeficientul dinamic de vâscozitate μ [kg/m·s] și densitatea ρ a gazului:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (6.1.4)$$

Vâscozitatea gazului variază cu temperatura și presiunea.

6.2. Arderea gazelor naturale combustibile

Procesul de ardere este o oxidare intensă a substanțelor combustibile, însoțită de degajare de căldură și emisie de lumină. Elementele care participă la procesul arderii se numesc reactanți, iar cele care rezultă sunt produșii arderii în care constituenții principali sunt gazele de ardere. Elementele chimice care prin ardere dezvoltă căldură și emit lumină sunt carbonul, hidrogenul și sulful. Emisia de lumină într-un proces de ardere se realizează frecvent prin flacără. După valorile vitezei de propagare v a frontului de ardere se disting trei procese de ardere: deflagrația, $v < 30\text{ m/s}$; detonația, $30 < v < 200\text{ m/s}$; explozia, $v > 200\text{ m/s}$. În mod uzual, în instalațiile de ardere a gazelor naturale combustibile se realizează deflagrația.

Arderea gazelor combustibile se produce în două stadii: aprinderea și arderea propriu-zisă.

Procesul de aprindere se caracterizează printr-o perioadă inițială, când prin reacția de oxidare lentă se acumulează energie termică însoțită de ridicarea temperaturii. În această perioadă, combustibilul și oxigenul trebuie să fie aduși într-o stare de agitație moleculară care să asigure contactul între mo-

leculele lor și, în felul acesta, posibilitatea reacțiilor necesare arderii. Când se ajunge la un anumit nivel de temperatură, reacția se accelerează brusc și se transformă în ardere propriu-zisă. Pentru ca arderea să poată continua, cantitatea de căldură degajată trebuie să fie suficientă pentru a aduce în stare de reacție o cantitate cel puțin egală de amestec din imediata vecinătate.

Arderea este un fenomen exotermic de oxidare care se caracterizează prin necesitatea unui aport termic din exterior în faza inițială și care se desfășoară, în continuare, în condiții naturale, fără aport termic din exterior.

În consecință, rezultă că arderea se va produce atunci când temperatura va atinge un anumit punct, numit punct de aprindere, când amestecul de gaz combustibil-oxigen va fi între anumite limite, iar viteza de ardere va avea o anumită valoare.

6.2.1. Temperatura de aprindere

Temperatura până la care trebuie încălzit gazul combustibil pentru a se aprinde se numește temperatură de aprindere și are valori caracteristice pentru fiecare gaz combustibil (tab. 6.2.1).

În general, temperatura de aprindere este mai coborâtă la arderea în oxigen pur (uscat), decât la arderea în aer sau în oxigen umed. Azotul, umiditatea, gazele inerte, impuritățile din gazul combustibil împiedică contactul dintre moleculele gazului și moleculele de oxigen și prin urmare, temperatura de aprindere este necesar să fie mai mare decât în oxigen pur.

În mod practic, aducerea gazului la temperatura de aprindere se realizează printr-o scânteie sau cu o flacără, astfel încât, în punctul unde atinge masa amestecului gaz-oxigen, îl încălzește până la această temperatură.

6.2.2. Limite de amestec

Dacă volumul mic de gaze aprinse inițial nu poate degaja o cantitate suficientă de căldură încât să aducă în stare de ardere gazele din imediata vecinătate, arderea nu poate avea loc. Aceasta se poate întâmpla fie din cauză că este prea puțin gaz în amestecul gaz-oxigen, fie că este prea mult gaz și prea puțin oxigen.

Proporția minimă de gaz, în procente de volum, în amestecul gaz combustibil-aer pentru care arderea poate avea loc se numește limită inferioară de amestec, iar proporția maximă de gaz, limită superioară de amestec (tab. 6.2.2).

În afara limitelor de amestec (fig. 6.2.1), arderea nu poate avea loc, chiar

dacă s-a făcut aprinderea cu aport de căldură din afara sistemului.

6.2.3. Viteza de ardere

Viteza cu care un volum relativ mic de gaz aduce în stare de ardere amestecul din vecinătatea lui poartă denumirea de viteză de propagare a arderii sau viteză de ardere.

Viteza de ardere depinde de concentrația gazului în amestec, de temperatură, presiune, conductibilitatea termică a amestecului, precum și de căldura specifică medie.

Viteza maximă de ardere se atinge atunci când, după ardere, în gazele de ardere nu mai rămâne nici gaz com-

bustibil și nici oxigen (fig. 6.2.2 și tab. 6.2.3).

Pentru gazele naturale, care sunt amestecuri de gaze combustibile (metan, etan, propan, butan etc.), ca viteză de ardere, se consideră media vitezelor de ardere ale componentelor, iar dacă în amestec se găsesc și gaze care nu ard și care împiedică arderea, așa cum sunt azotul N_2 și bioxidul de carbon CO_2 , viteza maximă de ardere se calculează cu următoarea formulă dedusă experimental:

$$v_{max} = v_0 \left(1 - \frac{0,8r'_{N_2} + 1,6r'_{CO_2} - 3r'_{O_2}}{100} \right) \quad [m/s] \quad (6.2.1)$$

în care:

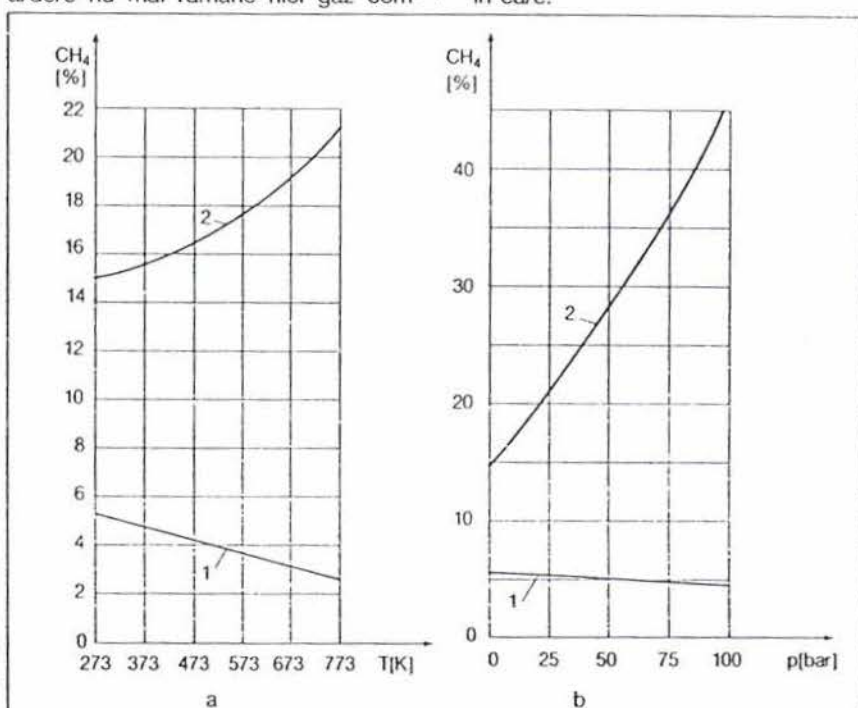


Fig. 6.2.1. - Variația limitelor de amestec ale gazului metan în aer: a - variația în funcție de temperatură ($p=1,01325$ bar); b - variația în funcție de presiune ($T=273$ K); 1 - limită inferioară; 2 - limită superioară.

Tabelul 6.2.1. Temperaturile de aprindere ale principalelor gaze combustibile

Gazul combustibil		În aer atmosferic		În oxigen uscat	
Denumirea	Simbolul	[K]	[°C]	[K]	[°C]
Hidrogen	H_2	843	570	833	560
Oxid de carbon	CO	883	610	863	590
Metan	CH_4	923	650	808	535
Etan	C_2H_6	793	520	773	505
Propan	C_3H_8	753	480	743	470
Butan	C_4H_{10}	733	460	553	280

Tabelul 6.2.2. Limita de amestec pentru arderea principalelor gaze combustibile, la temperatura și presiunea normală [% volum]

Gazul combustibil		Limita în aer		Limita în oxigen	
Denumirea	Simbolul	Inferioară	Superioară	Inferioară	Superioară
Hidrogen	H_2	4,0	74,2	4,0	94,0
Oxid de carbon	CO	12,5	74,0	15,5	94,0
Metan	CH_4	5,1	15,0	5,0	65,0
Etan	C_2H_6	3,0	14,0	3,9	50,5
Propan	C_3H_8	2,1	9,3	2,2	45,0
Butan	C_4H_{10}	1,7	8,4	1,8	40,0

- v_0 este viteza maximă de ardere a gazului combustibil, având valori redată în tabelul 6.2.3;

- r_{H_2} , r_{CO} , r_{O_2} - cantitățile de gaze respective în amestec [% volum].

6.2.4. Autoaprinderea sau explozia

Amestecul de gaz combustibil se poate autoaprinde, fără vreo intervenție din exterior, prin simpla încălzire până la o anumită temperatură. Temperatura la care amestecul se autoaprinde (explozează) se numește temperatură de autoaprindere și are valorile redată în tabelul 6.2.4.

6.2.5. Calculul arderii gazelor naturale combustibile

Prin calculul arderii gazelor naturale combustibile se urmărește determinarea următoarelor elemente: cantitatea de oxigen sau de aer necesar arderii; temperatura teoretică de ardere, respectiv temperatura flăcării; cantitatea de căldură dezvoltată în urma arderii; cantitatea, compoziția și entalpia gazelor de ardere.

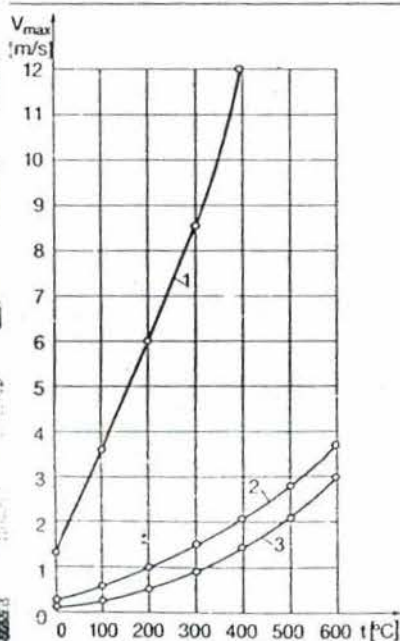
a. *Ecuatiile arderii.* Conventional, ecuațiile chimice de ardere se exprimă astfel:

$$\sum x_i n_i = \sum y_i m_i + Q \quad (6.2.2)$$

- n_i - substanțele care intră în reacție;

- m_i - substanțele care rezultă din reacție;

- x_i și y_i - coeficienții stoechiometrici



g. 6.2.2. Variația vitezei de ardere în funcție de temperatura amestecului:

1 - hidrogen; 2 - oxid de carbon; 3 - metan.

care indică numărul de moli pentru substanțele care intră în reacție, respectiv pentru substanțele care rezultă din reacție;

- Q - căldura de reacție sau efectul termic al reacției de ardere la starea de referință standard, $T_s=288,15$ K

Ecuatiile chimice după care se desfășoară arderea sunt:

• ecuația de ardere a carbonului, cu producere de CO_2 :



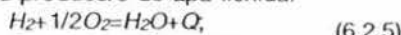
$$Q = 32,9 \cdot 10^6 \text{ J/kg C}$$

• ecuația de ardere incompletă a carbonului, cu producere de CO :



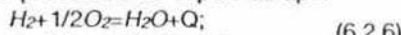
$$Q = 9,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg C}$$

• ecuația de ardere a hidrogenului, cu producere de apă lichidă:



$$Q = 142,29 \cdot 10^6 \text{ J/kg } H_2$$

• ecuația de ardere a hidrogenului, cu producere de vapori de apă:



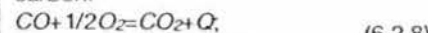
$$Q = 120,1 \cdot 10^6 \text{ J/kg } H_2$$

• ecuația de ardere a sulfului:



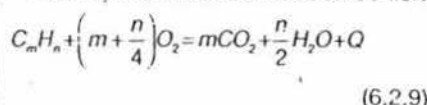
$$Q = 9,24 \cdot 10^6 \text{ J/kg S}$$

• ecuația de ardere a oxidului de carbon:



$$Q = 10,12 \cdot 10^6 \text{ J/kg CO}$$

• ecuația de ardere a hidrocarburilor:



Căldura degajată la arderea hidrocarburilor este egală cu suma dintre căldura degajată prin arderea a m kmol carbon și n kmol hidrogen, din care se scade sau se adună căldura de formare a hidrocarburii respective indicată în tabelul 6.2.5.

b. *Aerul necesar arderii.* Oxigenul necesar arderii teoretice, complete, se deduce din relațiile fundamentale ale arderii. Independent de ordinea în care are loc oxidarea, cantitatea de oxigen necesară arderii unui amestec de gaze este aceeași, pentru calculul ei fiind necesar să se cunoască compoziția gazului combustibil.

Se consideră un amestec de gaze cu compoziția:

$$1 \text{ m}^3 \text{ gaz} = r_{H_2} + r_{CO} + r_{C_m H_n} + r_{O_2} + r_K \quad (6.2.10)$$

în care:

r_{H_2} , r_{CO} , $r_{C_m H_n}$ sunt participațiile volumice ale componentelor;

$r_K = r_{CO_2} + r_{SO_2} + r_{H_2O} + r_{N_2}$ sunt participațiile volumice ale componentelor care nu ard.

Cantitatea minimă de oxigen, teoretic, este:

Tabelul 6.2.3. Vitezele maxime de ardere în aer pentru principalele gaze combustibile (la starea normală tehnică)

Gazul combustibil		Viteza maximă de ardere	Concentrația de gaz pentru obținerea vitezei maxime
Denumirea	Simbolul	[m/s]	[% volum]
Hidrogen	H_2	2,67	42
Oxid de carbon	CO	0,415	43
Metan	CH_4	0,37	10
Etan	C_2H_6	0,45	6,3
Propan	C_3H_8	0,41	4,2
Butan	C_4H_{10}	0,37	3,3

Tabelul 6.2.4. Temperaturile de autoaprindere și limitele de explozie pentru principalele gaze combustibile

Gazul combustibil		Temperatura de autoaprindere		Limita de explozie [%volum în aer]	
Denumirea	Simbolul	[K]	[°C]	Inferioară	Superioară
Hidrogen	H_2	843	570	4,15	75,00
Oxid de carbon	CO	878	605	12,80	75,00
Metan	CH_4	923	650	5,00	16,00
Etan	C_2H_6	743	470	3,00	15,00
Propan	C_3H_8	719	446	1,50	9,50
Butan	C_4H_{10}	703	430	1,60	8,50

Tabelul 6.2.5. Caracteristicile de ardere a principalelor gaze combustibile

Gazul combustibil		N	M	VO_2	V_{aer}	Ch
Denumirea	Simbolul		[kg/kmol]	[m³]	[m³]	[kcal/kmol]
Hidrogen	H_2	2	2,016	0,5	2,38	-
Oxid de carbon	CO	2	28,011	0,5	2,38	29,7
Metan	CH_4	5	16,043	2,0	9,52	21,7
Etan	C_2H_6	8	30,071	3,5	16,66	29,1
Propan	C_3H_8	11	44,098	4,0	19,05	30,9
Butan	C_4H_{10}	14	58,126	6,5	30,95	32,7

Observații: N-numărul atomilor în moleculă; M - masa moleculară;

VO_2 - volumul de oxigen pentru ardere; V_{aer} - volumul de aer pentru ardere;

Ch - căldura de formare a hidrocarburilor.

$$Q_{\min} = \frac{1}{2}r_{H_2} + \frac{1}{2}r_{CO} + \left(m + \frac{n}{4}\right)r_{C_mH_n} - r_{O_2} \quad [m^3_N] \quad (6.2.11)$$

Coeficienții respectivi se determină folosindu-se ecuațiile chimice ale arderii. De exemplu: pentru stabilirea oxigenului necesar arderii a r_{H_2} [m^3_N] de hidrogen se scrie ecuația de ardere:



de unde rezultă că pentru arderea a 2 kmoli de hidrogen este necesar 1 kmol de oxigen. Dar 1 kmol de gaz oarecare ocupă un volum de 22,414 m^3 și deci pentru arderea a $2 \times 22,414 m^3$ de hidrogen sunt necesari 22,414 m^3 de oxigen, adică pentru arderea a 1 m^3 hidrogen va fi nevoie de 0,5 m^3 de oxigen. În același mod se pot stabili și coeficienții pentru ceilalți componenți din ecuația 6.2.11.

În practică, în majoritatea cazurilor, pentru ardere este utilizat oxigenul din aerul atmosferic și nu oxigenul pur. În aceste condiții se impune determinarea cantității de aer necesară arderii care

să asigure cantitatea teoretică minimă de oxigen.

Cantitatea de aer uscat, teoretic necesar arderii, ce corespunde cantității de oxigen teoretic minimă, se determină ținând seamă de concentrațiile oxigenului și azotului în aerul uscat cu relațiile:

$$L_{vmin} = \frac{Q_{vmin}}{0,21} \quad [m^3_N] \quad \text{sau} \quad (6.2.13)$$

$$L_{gmin} = \frac{Q_{gmin}}{0,232} \quad [kg]$$

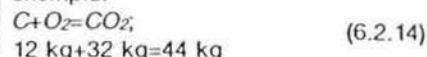
în care:

- L_{vmin} , L_{gmin} reprezintă cantitatea de aer uscat, teoretic necesar arderii [m^3_N] respectiv [kg];

- Q_{vmin} , Q_{gmin} - cantitatea de oxigen, teoretic minimă, cu concentrația volumică de 21 %, Q_{vmin} [m^3_N], respectiv cu concentrația în greutate de 23,2 % Q_{gmin} [kg].

Dacă se cunosc participațiile masice ale carbonului g_C și hidrogenului g_H , dintr-un kilogram de combustibil, se

poate determina cantitatea totală de aer necesară, stoichiometric, pentru arderea a 1 kg de combustibil pe baza ecuațiilor chimice de ardere, ca de exemplu:



$$12 \text{ kg} + 32 \text{ kg} = 44 \text{ kg}$$

Pentru arderea carbonului conținut în 1 kg de combustibil sunt necesare:

$$\frac{32}{12} \frac{1}{23,2} g_C = 0,115 g_C \quad \frac{\text{kg aer}}{\text{kg combustibil}} \quad (6.2.15)$$

Similar, pentru arderea hidrogenului sunt necesare:

$$\frac{32}{4} \frac{1}{23,2} g_H = 0,345 g_H \quad \frac{\text{kg aer}}{\text{kg combustibil}} \quad (6.2.16)$$

Cantitatea totală de aer necesară, stoichiometric, pentru arderea a 1 kg de combustibil care conține în total g_C carbon și g_H hidrogen va fi:

$$L = 0,115 g_C + 0,345 g_H \quad \text{kg aer / kg combustibil} \quad (6.2.17)$$

Masa moleculară a aerului uscat este $M = 28,9644 \text{ kg/kmol}$ și volumul de aer V necesar va fi:

$$V = (0,115 g_C + 0,345 g_H) \cdot \frac{22,414}{28,9644} = 0,088987 g_C + 0,26696 g_H$$

$$m^3_N \text{ aer/kg combustibil} \quad (6.2.18)$$

Dacă se cunoaște compoziția gazului, cantitatea de aer necesară arderii a 1 m^3_N de gaz se poate determina cu ajutorul nomogramei din figura 6.2.3, cu precizarea că aerul și gazul se raportează la aceeași stare de presiune și temperatură. Pe nomograma din figura 6.2.3 se exemplifică modul de folosire a acesteia, pentru următoarele concentrații volumice ale gazelor:

$$r_{H_2} = 0,25; \quad r_{CO} = 0,08; \quad r_{CH_4} = 0,17; \\ r_{C_mH_n} = 0,01; \quad r_{O_2} = 0,03; \quad r_{CO_2} = 0,17; \\ r_N = 0,29$$

și se obține volumul de aer necesar arderii de 2,4 m^3_N aer/ m^3_N gaz.

Pentru ca arderea completă să poată avea loc cu cantitatea de aer teoretic calculată, ar trebui ca amestecul combustibil-aer să fie perfect, adică molecula de oxigen necesară arderii să se găsească lângă molecula gazului combustibil. Având în vedere că amestecul nu poate fi realizat perfect, pentru ca arderea să fie completă, este necesară o cantitate de aer mai mare decât cea teoretică, adică este necesar un exces de aer. Coeficientul excesului de aer este:

$$\alpha = \frac{V}{V_{min}} = \frac{L}{L_{min}} \quad (6.2.19)$$

V și L sunt cantitățile de aer [m^3_N] respectiv [kg] necesare practic arderii, iar V_{min} și L_{min} au semnificațiile cunoscute.

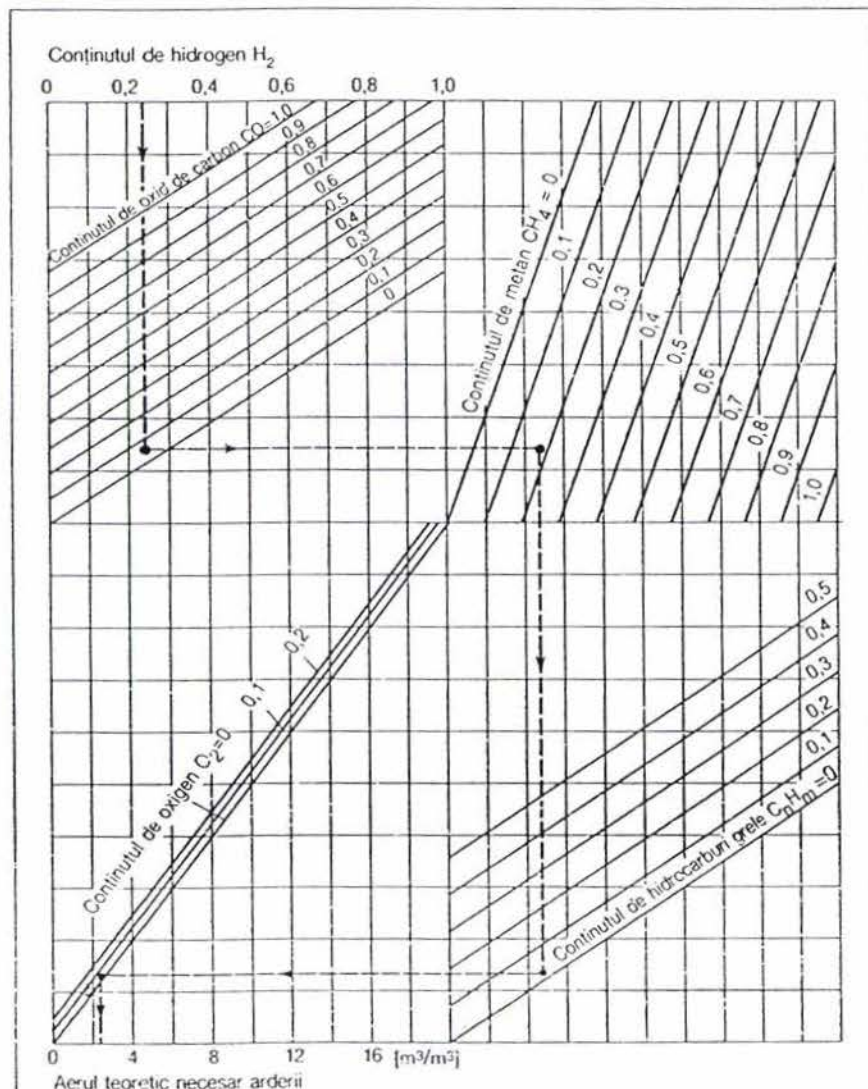


Fig. 6.2.3. Nomogramă pentru determinarea cantității de aer necesară arderii.

Excesul procentual de aer α' [%] la o ardere completă va fi:

$$\alpha' = \frac{V - V_{\min}}{V_{\min}} \cdot 100 = \frac{L - L_{\min}}{L_{\min}} \cdot 100 = (\alpha - 1) 100 \quad (6.2.20)$$

sau:

$$\alpha = \frac{\alpha'}{100} + 1 \quad (6.2.21)$$

Astfel, cantitatea de aer necesară arderii complete va fi:

$$V = \alpha V_{\min} \quad (6.2.22)$$

Penru a nu influența, în mod negativ arderea, excesul de aer trebuie să aibă anumite valori optime ($\alpha = 1,05 \dots 1,35$).

c. **Cantitatea gazelor de ardere** Compoziția gazelor de ardere în procente de volum este:

$$r_{H_2O} + r_{CO_2} + r_{SO_2} + r_{N_2} + r_{O_2} = 100 \% \quad (6.2.23)$$

în care:

- r_{H_2O} este volumul de vapori de apă rezultat [%];
- r_{CO_2} - volumul de bioxid de carbon rezultat [%];
- r_{SO_2} - volumul de bioxid de sulf rezultat [%];
- r_{N_2} - volumul de gaze care nu ard [%];
- r_{N_2} - azotul din aerul introdus [%];
- r_{O_2} - oxigenul din excesul de aer [%].

Cunoscându-se compoziția gazului, a aerului și cantitatea de aer introdusă în focar, plecând de la ecuațiile chimice de ardere, se poate stabili cantitatea gazelor de ardere, respectiv masa sau volumul gazelor de ardere.

Masa gazelor de ardere se stabilește astfel:

- la arderea 1 kg C se formează 44/12 kg CO_2 și deci, la r_C % carbon se formează o masă de CO_2 de:

$$m_{CO_2} = \frac{44}{12} \frac{r'_C}{100} = 0,0367 r'_C \quad (6.2.24)$$

- masa apei formată din r_H % hidrogen:

$$m_{H_2O} = \frac{18}{2} \frac{r'_H}{100} = 0,09 r'_H \quad (6.2.25)$$

- masa de bioxid de sulf formată din r_S % sulf:

$$m_{SO_2} = \frac{64}{32} \frac{r'_S}{100} = 0,02 r'_S \quad (6.2.26)$$

- masa azotului din aerul total introdus în focar:

$$m_{N_2} = \alpha L_{\min} \cdot 0,768 \quad (6.2.27)$$

în care 0,768 (76,8%) reprezintă concentrația volumică a azotului în aerul uscat;

- masa de oxigen din excesul de aer introdus în focar:

$$m_{O_2} = (\alpha L_{\min} - L_{\min}) \cdot 0,232 \quad (6.2.28)$$

- masa totală a gazelor de ardere este:

$$m_g = m_{CO_2} + m_{H_2O} + m_{SO_2} + m_{N_2} + m_{O_2} + m_K \quad (6.2.29)$$

Înlocuind valorile obținute rezultă:

$$\begin{aligned} m_g &= 0,0367 r'_C + 0,09 r'_H + 0,02 r'_S + \\ &+ \alpha L_{\min} \cdot 0,768 + (\alpha - 1) L_{\min} \cdot 0,232 + m_K = \\ &= 0,0367 r'_C + 0,09 r'_H + 0,02 r'_S + \\ &+ L_{\min} (\alpha - 0,232) + m_K \end{aligned} \quad (6.2.30)$$

Volumul gazelor de ardere se determină iuând ca bază masa acestora, pentru 1 kg de combustibil, astfel:

$$V_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{12} \cdot 22,414 = 0,509 m_{CO_2} \quad (6.2.31)$$

$$V_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{18} \cdot 22,414 = 1,250 m_{H_2O} \quad (6.2.32)$$

$$V_{SO_2} = \frac{m_{SO_2}}{64} \cdot 22,414 = 0,351 m_{SO_2} \quad (6.2.33)$$

$$V_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{28} \cdot 22,414 = 0,804 m_{N_2} \quad (6.2.34)$$

$$V_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{32} \cdot 22,414 = 0,703 m_{O_2} \quad (6.2.35)$$

Volumul total al gazelor de ardere, V_g , este:

$$V_g = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{SO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} + V_K \quad (6.2.36)$$

în care V_K este volumul de gaze care nu ard.

d. **Puterea calorică.** Reprezintă efectul termic ([J] sau [kcal]) al arderii complete a unei cantități de gaz egală cu unitatea. După faza în care se poate afla apa din gazele de ardere se disting două puteri calorice și anume:

- **puterea calorică superioară P_{cs} ,** pentru determinarea căreia gazele de ardere se consideră la temperatura de referință (273,15 K sau 288,15 K), apa formată în reacția de ardere fiind adusă la starea de lichid, căldura latentă de vaporizare (condensare) a apei incluzându-se în efectul termic al reacției de ardere;

- **puterea calorică inferioară P_{ci} ,** pentru determinarea căreia, gazele de ardere fiind considerate la temperatura de referință (273,15 K sau 288,15 K) apa formată în reacția de ardere este considerată în stare de vapori (la temperatura de referință), căldura latentă de vaporizare a apei scăzându-se din efectul termic al reacției.

În practica instalațiilor de gaze, se folosește aproape exclusiv puterea calorică inferioară. De exemplu, gazul metan are $P_{ci} = 34,01 \cdot 10^6$ J/m³ (≈ 8125 kcal/m³) la $T = 288,15$ K.

În tabelul 6.2.6 sunt date puterile calorice ale unor gaze combustibile simple, la $T = 273,15$ K.

e. **Temperatura flăcării sau temperatura de ardere.** Este temperatura produselor de ardere în urma primirii căldurii degajate în timpul arderii combustibilului.

Cantitatea de căldură degajată prin arderea completă a unui gaz combustibil este aceeași indiferent dacă arderea se face în oxigen, în aer, cu sau fără exces de aer.

Temperatura de ardere depinde însă de modul în care se realizează arderea. Cea mai mare temperatură, care este temperatura teoretică de ardere, se realizează la arderea în oxigen, cu cantitatea teoretică de oxigen.

Excesul de oxigen sau folosirea aerului pentru ardere duc la scăderea temperaturii de ardere, respectiv a temperaturii flăcării, deoarece aceeași cantitate de căldură dezvoltată de arderea combustibilului trebuie să încălzească o masă mai mare de gaze, provenite din surplusul de substanță, care nu ia parte la ardere și care sunt vehiculate prin focar, încălzite și eliminate la coș fără utilitate practică. De asemenea, produsele arderii se încălzesc la temperaturi înalte, la care este posibilă disocierea dioxidului de carbon CO_2 și a apei H_2O , proces ce duce la absorbție de căldură.

Temperatura teoretică a flăcării T_f se determină din bilanțul termic al arderii și are expresia:

Tabelul 6.2.6. Puterile calorice ale principalelor gaze combustibile, la $T_N = 273,15$ K și $p_N = 1,01325$ bar

Gazul combustibil	Denumirea	Simb.	Puterea calorică			
			Simb.	[MJ/m ³]	[MJ/kmol]	[kcal/m ³]
Hidrogen	H ₂	Qs	12,759	285,957	3048,3	68323,4
		Qi	10,784	241,708	2576,5	57748,6
Oxid de carbon	CO	Qs	12,633	283,151	3018,2	67648,7
		Qi	39,738	890,672	9494,1	212797,0
Metan	CH ₄	Qs	35,788	802,138	8550,5	191647,5
		Qi	69,619	1,560,412	16633,4	372814,4
Etan	C ₂ H ₆	Qs	63,695	1,427,634	15217,9	341087,9
		Qi	99,082	2,220,784	23672,6	530590,4
Propan	C ₃ H ₈	Qs	91,183	2,043,739	21785,5	488291,5
		Qi	128,471	2,879,498	30694,2	687967,5
Butan	C ₄ H ₁₀	Qs	118,597	2,658,186	28335,2	635093,8
		Qi				

Observații: Simb. = Simbolul.

$$T_f = \frac{\eta P_{ci} V_c + c_{pa} T_a V_a + c_{pc} T_c V_c - (Q_d + Q_r)}{c_{pg} V_g} \quad (6.2.37)$$

în care:

- P_{ci} este puterea calorică inferioară a combustibilului [J/m^3];

- V_c - volumul de combustibil gazos [m^3];

- η - randamentul arderii în focar;

- V_a - volumul de aer;

- Q_d - cantitatea de căldură pierdută prin efectul disocierii termice a apei și a dioxidului de carbon [J];

- Q_r - cantitatea de căldură pierdută prin efectul radiației flăcării în mediul înconjurător [J];

- c_{pa} , c_{pc} și c_{pg} - căldura specifică a aerului, combustibilului respectiv, căldura specifică medie a gazelor [$\text{J/m}^3\text{K}$];

- T_a , T_c și T_f - temperatura aerului, combustibilului respectiv și a flăcării [K];

6.2.6. Ardere completă, ardere incompletă

Arderea completă are loc atunci când toate elementele combustibile, precum și compușii lor care ard s-au oxidat complet, conform ecuațiilor teoretice de ardere. Când gazele de ardere sunt considerate la temperatura de referință (273,15 sau 283,15 K) vaporii

de apă sunt condensați, volumul lor este neglijabil comparativ cu cel ocupat în stare de gaz. În acest caz, gazele de ardere sunt considerate ca fiind compuse numai din CO_2 și N_2 (tab. 6.2.7).

În practică se ajunge foarte rar la o ardere completă. În funcție de condițiile de presiune, temperatură și intimitatea amestecului, o parte din compuși rămân în stadii intermediare, rezultând compuși care ar mai putea arde. O asemenea ardere este denumită incompletă, fiind caracterizată, în special, prin apariția oxidului de carbon (CO) în gazele de ardere. Combinarea dintre gazele combustibile și oxigen fiind foarte violentă, în gazele de ardere nu se găsește gaz combustibil complet ners, chiar dacă condițiile de ardere nu sunt complet îndeplinite.

Fiind evacuate incomplet oxidate, o parte din componentele combustibile ale gazului nu sunt complet valorificate, eliminându-se odată cu ele cantitatea de căldură nedezvoltată (tab 6.2.8).

Principalele cauze care duc la arderea incompletă sunt:

- aer insuficient sau repartizat neuniform;
- nerealizarea condițiilor de ardere pentru o parte din componenții combustibilului;
- impurități ale gazului combustibil

sau ale aerului;

- construcția necorespunzătoare a arzătoarelor;
- neglijențe în reglarea, urmărirea și controlul arderii.

6.2.7. Controlul arderii

Arderea este cu atât mai completă, cu cât procentul de bioxid de carbon din gazele de ardere este mai apropiat de maximum posibil și oxidul de carbon într-un procent cât mai mic.

În practică, pentru ușurarea calculelor și a controlului arderii se admite ca singur produs al arderii incomplete oxidul de carbon (CO). Conform acestei ipoteze, controlul arderii se reduce la controlul procentului de oxid de carbon, de bioxid de carbon și de oxigen din gazele de ardere.

Procentul maxim de bioxid de carbon rezultat în urma arderii se poate calcula cu relația:

$$r'_{\text{CO}_2\text{max}} = \frac{0,21}{1+\beta} 100 [\% \text{ de volum}] \quad (6.2.38)$$

Valoarea lui β calculată pe baza reacțiilor de ardere, considerând ardere completă, este:

$$\beta = 2,37 \frac{r_{\text{H}_2} - \frac{r'_{\text{O}_2} + 0,038 r'_{\text{N}_2}}{r'_{\text{O}_2} + 0,375 r'_{\text{N}_2}}}{r'_{\text{O}_2} + 0,375 r'_{\text{N}_2}} \quad (6.2.39)$$

Tabelul 6.2.7. Arderea completă a principalelor gaze combustibile în aer

Gazul combustibil		Densi-tatea	C	H ₂	Reacția chimică de ardere	Ca		Pr		(CO ₂)*	Puterea calorică [MJ/kmol]	
Denumirea	Simb.	[kg/m ³]	[%]	[%]		O ₂ [m ³ _N]	N ₂ [m ³ _N]	Pro-dusul	[m ³ _N]	[%]*	Q _s	Q _i
Hidrogen	H ₂	0,0399	-	100	H ₂ +1/2O ₂ = =H ₂ O	0,50	1,88	H ₂ O	1,00	-	286,01	241,74
Oxid de carbon	CO	1,250	42,86	-	CO+1/2O ₂ = =CO ₂	0,50	1,88	CO ₂	1,00	34,72	283,18	283,18
Metan	CH ₄	0,716	75,00	25,00	CH ₄ +2O ₂ = =CO ₂ +2H ₂ O	2,00	7,52	CO ₂	1,00	11,73	890,78	802,25
								H ₂ O	2,00			
Etan	C ₂ H ₆	1,353	80,00	20,00	C ₂ H ₆ +3 1/2O ₂ = =2CO ₂ +3H ₂ O	3,50	13,16	CO ₂	2,00	13,19	1560,62	1427,82
								H ₂ O	3,00			
Propan	C ₃ H ₈	2,004	81,81	18,10	C ₃ H ₈ +5O ₂ = =3CO ₂ +4H ₂ O	5,00	18,18	CO ₂	3,00	13,79	2221,09	2044,02
								H ₂ O	4,00			
Butan	C ₄ H ₁₀	2,682	82,75	17,25	C ₄ H ₁₀ +6 1/2O ₂ = =CO ₂ +5H ₂ O	6,50	24,44	CO ₂	4,00	14,06	2879,88	2658,55
								H ₂ O	5,00			

Observații: Simb.-simbolul; Ca-cantitatea de aer de ardere teoretic la 1 m³_N combustibil; Pr-produșele de ardere rezultate la 1 m³_N combustibil; (CO₂)*=CO₂ maxim în gazele uscate; (%)*=% volum.

Tabelul 6.2.8. Arderea incompletă a principalelor gaze combustibile în aer

Gazul combustibil		Reacția chimică de ardere	Ca		Pr		(CO ₂)*	Puterea calorică [MJ/kmol]	
Denumirea	Simbolul		O ₂ [m ³ _N]	N ₂ [m ³ _N]	Pro-dusul	[m ³ _N]	[%]*	Q _s	Q _i
Metan	CH ₄	CH ₄ +1 1/2 O ₂ = = CO ₂ +2 H ₂ O	1,5	5,64	CO	1,00	15,06	607,60	519,06
					H ₂ O	2,00			
Etan	C ₂ H ₆	C ₂ H ₆ +2 1/2 O ₂ = = 2 CO ₂ +3 H ₂ O	2,5	9,40	CO	2,00	17,54	994,26	861,48
					H ₂ O	3,00			
Propan	C ₃ H ₈	C ₃ H ₈ +3 1/2 O ₂ = = 3 CO ₂ +4 H ₂ O	3,5	13,16	CO	3,00	13,56	1371,54	1194,48
					H ₂ O	4,00			
Butan	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀ +4 1/2 O ₂ = = 4 CO ₂ +5 H ₂ O	4,5	15,92	CO	4,00	19,92	1747,25	1525,80
					H ₂ O	5,00			

Observații: Ca- cantitatea de aer de ardere teoretic la 1 m³_N combustibil; Pr-produșele de ardere rezultate la 1 m³_N combustibil; (CO₂)*=CO₂ maxim în gazele uscate; (%)*=% volum.

în care r_{H_2} , r_{O_2} , r_{N_2} , r_C , r_S sunt participațiile volumice în procente de hidrogen, oxigen, azot, carbon și sulf ale gazului combustibil.

Dacă se cunoaște compoziția gazelor de ardere, precum și compoziția gazului combustibil, coeficientul de exces de aer poate fi determinat cu una din următoarele relații:

- în cazul arderii complete:

$$\alpha = \frac{21}{21 - 79 \frac{r_{O_2}}{r_{N_2}}}; r_{N_2} = 100 - r_{CO_2} - r_{O_2} \quad (6.2.40)$$

- în cazul arderii incomplete, limitată numai la CO:

$$\alpha = \frac{r_{N_2}}{r_{N_2} - 79 \left(\frac{r_{O_2}}{21} - \frac{r_{CO}}{2} \right)} \quad (6.2.41)$$

în care r_{N_2} , r_{O_2} și r_{CO} sunt participațiile volumice de N_2 , O_2 și CO și gazele de ardere, exprimate în procente.

Controlul arderii se poate efectua prin analiza directă a gazelor de ardere utilizând analizorul de gaz (Orsat) sau folosind metode grafice bazate pe cunoașterea concentrațiilor de bioxid de carbon și de oxigen din gazele de ardere, determinate cu analizorul de gaze. Ca exemplu de aplicare a metodei grafice, în figura 6.2.4 se prezintă triunghiul arderii după Ostwald.

Triunghiul arderii este un triunghi dreptunghic specific fiecărui gaz combustibil, în funcție de compoziția acestuia. Catetele triunghiului formează un sistem de axe perpendiculare (fig. 6.2.4) pe care se reprezintă, la scări egale, procente de O_2 și CO_2 determinate în gazele de ardere uscate.

Pe cateta AB se reprezintă procentul de O_2 în gazele de ardere uscate. Conținutul maxim de O_2 este de 21 %, realizabil în cazul unui exces de aer infinit ($\lambda = \infty$).

Pe cateta AC se reprezintă procentul

de CO_2 în gazele de ardere uscate. Conținutul maxim de CO_2 este CO_{2max} , realizabil în cazul arderii complete cu aerul uscat teoretic necesar ($\lambda = 1$).

Punctul B de pe axa absciselor, corespunzător concentrației de 21 % O_2 din aer, se unește cu punctul C de pe ordonată, corespunzător concentrației CO_{2max} și se obține triunghiul ABC, caracteristic gazului combustibil considerat.

Ipotenuza BC reprezintă axa pentru mărimea $1/\lambda$. În punctul B, unde $\lambda = \infty$ și $1/\lambda = 0$ este originea pentru mărimea $1/\lambda$, iar în punctul C unde $\lambda = 1$, $1/\lambda = 1$. Deci mărimea $1/\lambda$ se măsoară dinspre B spre C, la o scară care se deduce ușor împărțind segmentul BC în 10 părți egale, părți ce se marchează prin puncte pe segmentul BC.

Prin punctul C se duce o perpendiculară pe ipotenuza BC, până în punctul D de intersecție cu paralela dusă la aceeași ipotenuză prin punctul A. Segmentul CD reprezintă axa pentru măsurarea conținutului de oxid de carbon în gazele de ardere uscate, în procente volumetrice [% CO]. Conținutul de CO se măsoară dinspre C, unde $CO_2 = CO_{2max}$ și deci $CO = 0$, spre punctul D, corespunzător lui $CO_2 = 0$ și deci $CO_2 = CO_{2max}$, când tot carbonul din combustibil este ars în CO. Scara pentru măsura lui CO pe segmentul CD se deduce prin mărimea lui CO_{2max} . Familia de drepte paralele la ipotenuza BC reprezintă dreptele pentru care $CO = \text{const.}$

Pe triunghiul respectiv se pot trasa și drepte $\lambda = \text{const.}$ Cea mai importantă dintre aceste drepte este dreapta corespunzătoare lui $\lambda = 1$, adică a arderii cu aerul teoretic, deoarece ea împarte câmpul diagramei în două zone: zona excesului de aer în dreapta și zona lipsei de aer în stânga.

Unul din punctele prin care trece această dreaptă este punctul C, corespunzător arderii complete, la CO_{2max} , cu aerul teoretic $\lambda = 1$. Cel de al doilea punct prin care trece această dreaptă ($\lambda = 1$) poate fi determinat considerând că arderea are loc incomplet, până la CO_{2max} , cu cantitatea de aer teoretic necesară. În acest caz, în gazele de ardere se va afla cantitatea de oxigen corespunzătoare punctului E, oxigen din aer care nu a luat parte la ardere. Dreapta care unește punctul C cu punctul E reprezintă dreapta $\lambda = 1$. Dacă se dau lui λ valorile corespunzătoare punctelor $1/\lambda$ de pe ipotenuza BC și se determină pentru fiecare volumul de oxigen din gazele de ardere, se obțin punctele de pe dreapta AB prin care vor trece dreptele $\lambda = \text{const.}$ Unind punctele corespunzătoare lui O_2 cu punctele de pe ipotenuza pentru care s-au calculat se obține familia de drepte $\lambda = \text{const.}$

Construcția familiei de drepte $\lambda = \text{const.}$ se simplifică; este suficient să se determine punctul E corespunzător lui $\lambda = 1$ și apoi să se ducă paralele la această dreaptă prin punctele de pe ipotenuză, corespunzătoare diferitelor valori considerate pentru λ .

Cu aceasta, construcția triunghiului de ardere după Ostwald se consideră încheiată, cu excepția cazului în care combustibilul pentru care se construiește triunghiul este un combustibil gazos care are în compoziția lui și bioxid de carbon. În acest caz, pe cateta AC se fixează, la scara acestei catete, conținutul de CO_2 în gazul combustibil uscat, raportat la volumul total al gazelor de ardere uscate. Unind punctul A' astfel obținut cu punctul B se obține triunghiul obtuzunghic A'BC care reprezintă triunghiul arderii pentru gazul respectiv.

După construirea triunghiului arderii, în baza procentelor volumetrice de CO_2 și O_2 în gaze de ardere, determinate direct cu ajutorul analizei, se poate caracteriza arderea și se poate determina grafic volumul de oxid de carbon CO și coeficientul excesului de aer λ pentru gazul considerat.

Dacă punctul P de coordonate CO_2 și O_2 cade pe ipotenuza BC arderea este completă ($CO = 0$), desfășurându-se cu excesul de aer corespunzător punctului respectiv. Când punctul P cade în interiorul triunghiului EBC (fig. 6.2.4), respectiv E'BC, arderea este incompletă, cu exces de aer ($\lambda > 1$), conținutul de CO se determină ducând prin punctul P o paralelă la dreptele $CO = \text{const.}$ până la intersecția cu latura CD pe care se citește conținutul de CO, iar excesul de aer se determină ducând paralelă la familia de drepte

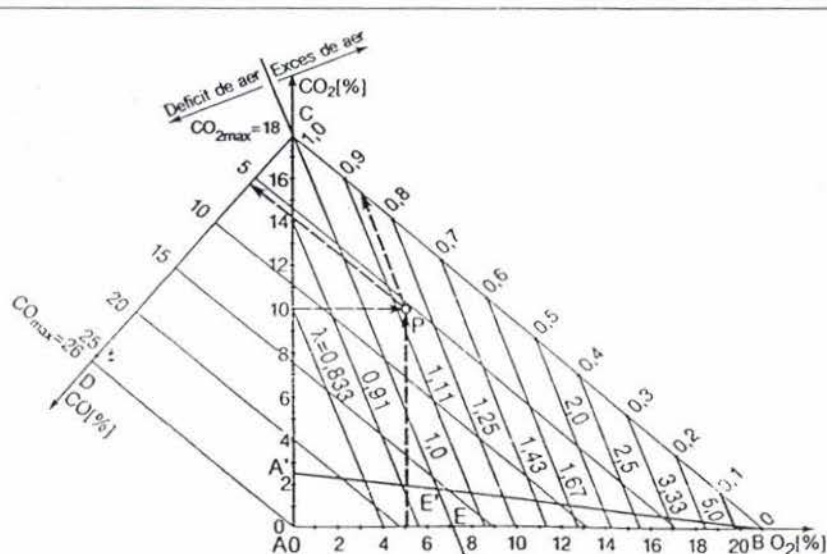


Fig. 6.2.4. Triunghiul arderii după Ostwald.

$\lambda = \text{const}$ până la intersecția cu ipotenuza BC, pe care se citește de fapt valoarea raportului $1/\lambda$.

Când punctul P cade în interiorul triunghiului EAC (respectiv A'E'C pentru combustibilul ce are în compoziție CO_2), arderea este incompletă, cu aer insuficient ($\lambda < 1$). Ca și în cazul precedent, valorile pentru CO și λ se citesc pe dreptele $\text{CO} = \text{const}$ și $\lambda = \text{const}$, care trec prin punctul P.

6.3. Materiale și aparate pentru instalații de gaze naturale combustibile

La realizarea sistemului de alimentare cu gaze naturale sunt admise numai materiale și aparate standardizate, omologate și care, după caz, au agrement tehnic și/sau certificarea de calitate.

6.3.1. Țevi și fittinguri metalice

Conductele subterane sau supraterane ale sistemului de alimentare cu gaze naturale se realizează cu următoarele categorii de țevi metalice:

- țevi din oțel fără sudură, laminate la cald, STAS 404/1 și STAS 404/3;
- țevi din oțel fără sudură, trase la rece, STAS 530/1 și STAS 530/3;
- țevi din oțel trase, pentru industria petrolieră, STAS 715/2;
- țevi din oțel sudate elicoidal pentru conducte petroliere, STAS 11082;
- țevi din oțel sudate elicoidal, STAS 6896/2;

Tabelul 6.3.1. Grosimile minime ale pereților țevelor din oțel

D_n [mm]	G_p [mm]	D_n [mm]	G_p [mm]
10	2,35	100	4,00
15	2,50	125	4,00
20	2,50	150	4,50
25	3,25	200	5,00
32	3,50	250	5,60
40	3,50	300	6,30
50	3,50	350	6,30
65	3,50	400	6,30
80	4,00		

Observații: D_n - diametrul nominal; G_p - grosimea peretelui.

Tabelul 6.3.2. Grosimile pereților țevelor din polietilenă pentru rețelele de gaze naturale

D	G _p		D	G _p		D	G _p	
[mm]	[mm]		[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	
16	2,3	3,0	110	6,3	10,0	315	17,9	28,6
20	2,3	3,0	125	7,1	11,4	355	20,2	32,3
25	2,3	3,0	140	8,0	12,7	400	22,8	36,4
32	2,3	3,0	160	9,1	14,6	450	25,6	41,0
40	2,3	3,7	180	10,3	16,4	500	28,5	45,5
50	2,9	4,6	200	11,4	18,2	560	31,9	51,0
63	3,6	5,8	225	12,8	20,5	630	35,8	57,0
75	4,3	6,8	250	14,2	22,7	-	-	-
90	5,2	8,2	280	16,0	25,4	-	-	-

Observații: D - diametrul; G_p - grosimea peretelui țevii.

• țevi sudate longitudinal, pentru instalații, negre sau zincate, numai pentru conducte supraterane, STAS 7656.

Grosimile minime necesare ale pereților țevelor din oțel sunt redată în tabelul 6.3.1. Peste diametrul de 400 mm, peretele țevii se calculează în funcție de solicitările la care este supusă conducta.

Îmbinările demontabile ale conductelor se realizează cu: mufe stânga - dreapta; nipluri stânga - dreapta; racorduri olandeze; flanșe din oțel, asamblate cu șuruburi. Pentru etanșarea acestor îmbinări se folosesc: fuioir de cânepă și vopsea de miniu de plumb; bandă din teflon; garnitură din klingherit sau alte materiale de etanșare, agrementate.

Îmbinările nedemontabile ale conductelor se realizează cu: fittinguri pentru sudare, din oțel; electrozi pentru sudură; sârmă pentru sudură.

6.3.2. Țevi și fittinguri din polietilenă (PE) de înaltă densitate

Țevile și fittingurile din polietilenă de înaltă și medie densitate se pot folosi numai la executarea rețelelor exterioare îngropate în sol, în conformitate cu prevederile normativului I6 PE.

Conductele din polietilenă se folosesc în sistemele de alimentare cu gaze cu presiuni până la 4 bar.

Conductele din polietilenă nu se montează suprateran sau în soluri care conțin produse petroliere.

Țevile din polietilenă se produc cu diametre de la 16 la 630 mm, în două variante de grosimi ale pereților (tab. 6.3.2). Țevile din polietilenă se livrează în tronsoane drepte, în colaci sau rulate pe tamburi.

Pentru îmbinarea țevelor din polietilenă se folosesc următoarele tipuri de fittinguri din polietilenă (de culoare neagră sau galbenă): pentru sudură cap la cap; pentru polifuziune; electrofittinguri. Se mai folosesc: fittinguri mixte (pentru trecerea de la țevi din PE la țevi din metal) de culoare neagră; fittinguri

metalice cu etanșare prin strângere pe suprafețele interioară și exterioară ale pereților țevii.

6.3.3. Armături

Tipurile de armături se aleg în funcție de treapta de presiune a gazelor din instalația în care se montează, după cum se arată în tabelul 6.3.3.

Robinetele cu cep (de tip canea, fig. 6.3.1) sunt prevăzute cu filet interior la racordurile de intrare și respectiv, de ieșire a gazelor. Corpul robinetului se termină la partea superioară cu un cap de secțiune pătrată, astfel, că, pentru acționarea lui este necesară o cheie specială cu orificiu pătrat și cu mâner.

Robinetele cu ventil sau robinetele cu sertar sunt la fel cu cele utilizate în alte tipuri de instalații.

6.3.4. Arzătoare de gaze naturale combustibile

Arzătoarele sunt dispozitive care servesc la realizarea amestecului gaz-aer

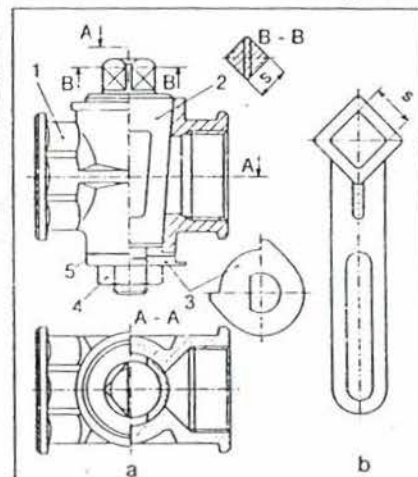


Fig. 6.3.1. Robinet cu cep (caneaua):

a - robinet; b - cheie de manevră; 1 - mufă; 2 - cep; 3 - piesă de limitare a rotației cepului; 4 - piuliță de strângere a cepului; 5 - garnitură de etanșare.

Tabelul 6.3.3. Alegerea tipurilor de armături în funcție de treapta de presiune a instalației de gaze naturale

Tipul armăturii	Treapta de presiune		
	joasă	redușă	medie
R_{cep}	x	-	-
$R_{s.d.}$	x	-	-
$R_{s.p.}$	x	x	x
R_v	-	x	x
R_s	x	x	x
R_l	x	x	x

Observații: R_{cep} - robinet cu cep; $R_{s.d.}$ - robinet cu sertar drept; $R_{s.p.}$ - robinet cu sertar pană; R_v - robinet cu ventil; R_s - robinet cu sferă; R_l - robinet cu clapă fluture.

și la introducerea lui în spațiul de ardere numit focar, pentru o ardere cât mai completă și în deplină siguranță.

Arzătoarele se clasifică după următoarele criterii:

- destinație: arzătoare de uz casnic, arzătoare de uz industrial;
- modul de realizare a amestecului gaz - aer: arzătoare cu amestec prealabil, arzătoare fără amestec prealabil;
- modul cum se introduce aerul: cu aer aspirat, cu aer insuflat; pe conducta de alimentare cu gaze a arzătoarelor cu aer insuflat, cu cameră de preamestec, se montează supape de blocare automată, pentru închidere rapidă la scăderea presiunii gazului sau a aerului de combustie;
- presiunea nominală de admisie a gazului: între 20 și 50 mbar; între 50 și 200 mbar; între 200 și 500 mbar; peste 500 mbar;
- temperatura aerului de ardere: cu aer la temperatura mediului ambiant; cu aer preîncălzit;
- presiunea din focar: cu ardere în aer liber (la presiunea atmosferică); cu depresiune; cu suprapresiune.

Arzătoarele de uz casnic (STAS 995) pot fi utilizate atât pentru gaze combustibile naturale cât și pentru gaze

petroliere lichefiate. Ele se execută în două tipuri: tip A în două mărimi și tip B în trei mărimi având caracteristicile funcționale redate în tabelul 6.3.4; se folosesc la mașinile de gătit din bucătăriile restaurantelor, la cazane de fierit rufe sau pentru încălzirea cu sobe.

La arzătorul tip A (fig. 6.3.2) gazul combustibil ieșind din ajutoraj, prin efectul ejeției, aspiră aerul primar de combustibil, cu care se amestecă până ajung la capul arzătorului. Datorită forme constructive a capului și capacului și a montării lor împreună, se formează un spațiu inelar din care amestecul gaz - aer iese prin orificiile periferice, care au rolul de stabilizare a flăcării. Reglarea puterii termice se realizează manual, continuu.

Arzătoarele pot fi dotate și cu dispozitive proprii de reglare și supraveghere.

La arzătorul tip B (fig. 6.3.3) capul este prevăzut cu un mare număr de lamele din bandă din oțel, care formează între ele interstițiile de ieșire a amestecului gaz - aer și stabilizează flacăra. În funcție de mărimea arzătorului, numărul interstițiilor este 100, 138 și 164. Capul arzătorului este protejat de piesa refractară din șamotă.

Arzătoarele de uz industrial tip TD

(fig. 6.3.4 și tab. 6.3.5) se folosesc la încălzirea cuptoarelor industriale și a cazanelor de abur și de apă caldă. Ele funcționează cu preamestec de aer aspirat cu gaze naturale combustibile. Se execută în două mărimi: tip TD 2 cu debitul nominal de $2 \text{ m}^3/\text{h}$ și tip TD 3 cu debitul de $3 \text{ m}^3/\text{h}$. Gazul pătrunde în arzător prin injector (fig. 6.3.4), trece prin tubul difuzor și se preamestecă cu aerul aspirat prin orificii în camera de amestec de unde iese prin orificiul protejat de piesa refractară, formând flacăra respectivă.

Arzătoarele industriale cu gaz insuflat tip GAR (fig. 6.3.5 și tab. 6.3.6) se folosesc pentru încălzirea cuptoarelor industriale care necesită temperaturi de peste 900°C și acolo flacăra trebuie să aibă proprietăți speciale necesare procesului tehnologic, de exemplu: să fie reductoare, neutră sau oxidantă. Aceste arzătoare sunt standardizate (STAS 4395) și se fabrică în trei mărimi

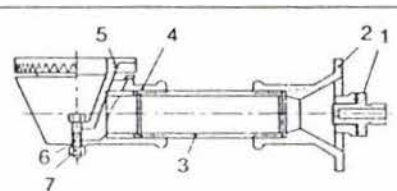


Fig. 6.3.2. Arzător de uz casnic, tip A:
1 - ajutoraj; 2 - confuzor - difuzor;
3 - prelungitor din țevă; 4 - capul arzătorului; 5 - capac; 6 - șurub;
7 - piuliță.

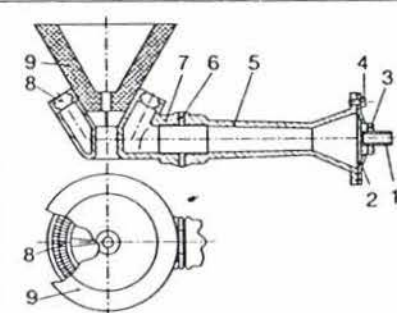


Fig. 6.3.3. Arzător de uz casnic, tip B:
1 - ajutoraj; 2 - rozetă; 3 - piuliță;
4 - șurub; 5 - confuzor - difuzor;
6 - niplu dublu; 7 - capul arzătorului;
8 - lamele; 9 - piesă refractară (șamotă).

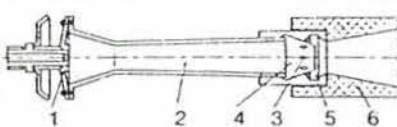


Fig. 6.3.4. Arzător de uz industrial, tip TD:
1 - injector; 2 - tub difuzor; 3 - orificii;
4 - camera de amestec; 5 - orificiu de evacuare; 6 - piesa refractară (șamotă).

Tabelul 6.3.4. Caracteristicile funcționale ale arzătoarelor de uz casnic pentru gaze combustibile (STAS 995)

T _a	M _a	P _{nom.} [kW]	D _{nom.}		P _{max.} [mbar]	P _{min.} [mbar]	D _r [mbar]
			GN 20 mbar	GPL 20 mbar			
A	400	3,59	0,4	0,1235	25 (GN)	10 (GN)	0,05...0,2
	600	5,90	0,6	0,1855			
B	600	5,90	0,6	0,1855	57,5 (GPL)	42,5 (GPL)	
	1000	9,85	1,0	0,345 ¹			
	2000	19,70	2,0	0,618 ¹			

Observații: T_a - tipul arzătorului; M_a - mărimea arzătorului; P_{nom.} - puterea termică nominală; D_{nom.} - debitul nominal de gaz, [m³/h], la presiunea nominală de admisie; P_{max.} - presiunea de admisie maximă; P_{min.} - presiunea de admisie minimă; D_r - depresiunea în focare la care sunt montate; ¹ - aceste debite nu pot fi asigurate de o butelie de gaz petrolier lichefiat-GPL (STAS 2666); debitele respective pot fi asigurate numai de instalații de gaz petrolier lichefiat.

Tabelul 6.3.5. Caracteristicile funcționale ale arzătoarelor de uz industrial tip TD, pentru gaze naturale combustibile (STAS 4394)

Denumirea caracteristicii	UM	Mărimea arzătorului	
		TD ₂	TD ₃
Puterea termică nominală	[kW]	19,7	29,6
Debitul nominal de gaz	[m ³ /h]	2,0	3,0
Presiunea nominală de admisie a gazului	[mbar]	25	25
Presiunea maximă de admisie	[mbar]	500	500
Presiunea minimă de admisie	[mbar]	10	10
Debitele informative, la presiunea de:			
100 mbar	[m ³ /h]	4,0	6,5
250 mbar		5,6	9,9
500 mbar		7,9	14,0
Depresiunea în focar	[mbar]	0,05...0,1	0,05...0,1
Lungimea informativă a flăcării la presiunea de admisie de:			
100 mbar	[m]	0,5	0,8
250 mbar		0,6	1,0
500 mbar		1,75	3,8

după valorile debitelor nominale de gaze naturale și anume: GAR 25 ($25 \text{ m}^3/\text{h}$), GAR 100 ($100 \text{ m}^3/\text{h}$) și GAR 200 ($200 \text{ m}^3/\text{h}$).

Gazul iese printr-un orificiu inelar între tubul central și corpul interior. Mărimea orificiului se poate regla prin acționarea ajutajului reglabil, după demontarea vizorului (fig. 6.3.5).

O cantitate mică din aerul insuflat iese prin tubul central, iar restul de aer prin orificiul inelar dintre corpul interior și corpul exterior. Prin aripioarele directoare de la capătul corpului interior se imprimă aerului o mișcare elicoidală, asigurând un amestec gaz-aer foarte bun.

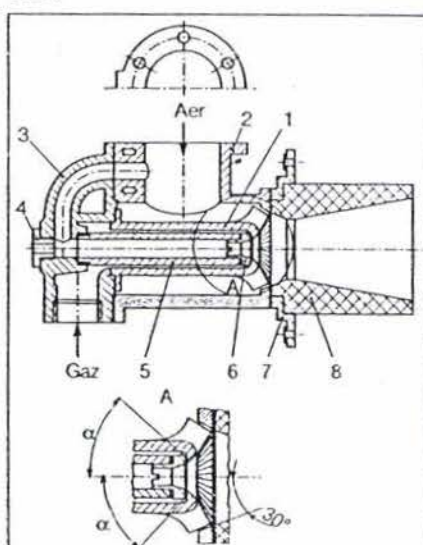


Fig. 6.3.5. Arzător de uz industrial, tip GAR:

1 - corp interior; 2 - corp exterior; 3 - distribuitor; 4 - vizor; 5 - tub central; 6 - ajutaj reglabil; 7 - placă frontală; 8 - piesă refractară.

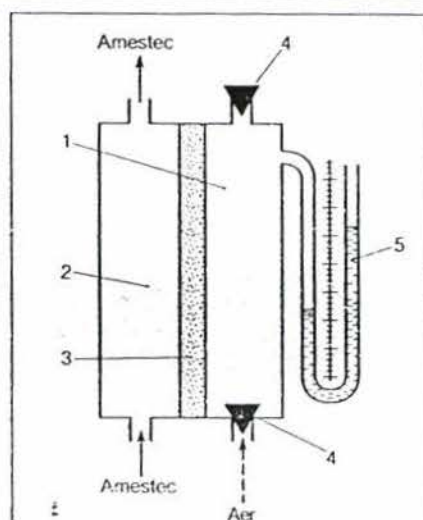


Fig. 6.3.6. Schema unui detector de gaze bazat pe principiul difuziei gazelor:

1 și 2 - camere; 3 - perete gros; 4 - supape; 5 - manometru cu lichid.

Arzătoarele tip GAR se construiesc pentru presiunea de alimentare cu combustibil de 50 mbar și temperatura la intrare cea a mediului ambiant. Presiunea de alimentare cu aer (la temperatura mediului ambiant) este de 30...60 mbar, iar temperatura aerului poate fi de 15...200 °C.

6.3.5. Aparare de utilizare a gazelor naturale combustibile

În instalațiile interioare de gaze naturale se utilizează numai aparate omologate sau standardizate. Aparatele de utilizare a gazelor naturale sunt foarte diferite din punct de vedere constructiv și după scopul în care sunt folosite. Indiferent de tipul lor însă, ele sunt dotate cu diverse tipuri de arzătoare pentru presiune joasă și debite sub $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

6.3.6. Detectoare de gaze, dispozitive și armături de siguranță și blocare

Detectoarele de gaze, dispozitivele și armăturile de siguranță și blocare au rolul de a asigura exploatarea instalațiilor de gaz fără riscuri de incendii sau explozii și funcționarea sigură a arzătoarelor și aparatelor de utilizare a gazelor naturale combustibile.

Din cauza scăderii presiunii sub anumite limite sau a întreruperii temporare a alimentării cu gaze combustibile, există pericolul stingerii flăcării, iar la revenirea alimentării cu gaze la presiune de regim, să se producă difuzia gazelor în focare sau în încăperi, putând da naștere la incendii sau explozii.

Creșterea accidentală a presiunii gazelor peste presiunea de regim poate duce la ruperea flăcării arzătoarelor, provocând incendii, sau la explozia instalațiilor de gaz.

Detectoarele de gaze permit, fie semnalizarea prezenței gazelor, indiferent de concentrația lor în aer, fie măsurarea concentrațiilor de gaze în aer (analizoare de gaze).

Dispozitivele uzuale de siguranță folosite în cazul scăderii presiunii sau întreruperii alimentării cu gaze sunt su-

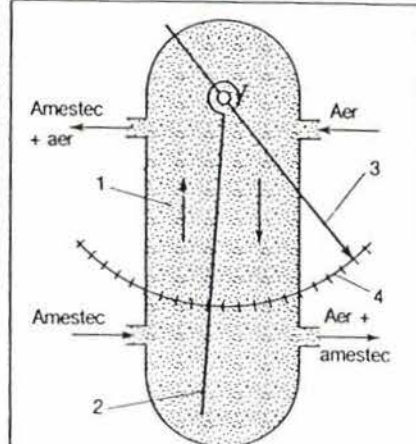


Fig. 6.3.7. Schema unui detector de gaze bazat pe diferența de greutate specifică:

1 - cameră; 2 - perete despărțitor mobil; 3 - ac indicator; 4 - cadran gradat în unități de concentrație.

papele de blocare și dispozitivele de siguranță cu flacără de veghe.

Pentru protecția instalațiilor de gaze în cazul creșterii accidentale a presiunii, se folosesc supape de siguranță.

6.3.6.1 Detectoare de gaze

a. Detectorul de gaze bazat pe principiul difuziei gazelor (fig. 6.3.6) se compune din două camere despărțite printr-un perete poros. În prima cameră pusă în legătură cu un manometru cu lichid se aspiră aer curat și apoi se închide intrarea și ieșirea lui prin supape. Aerul fiind la presiunea atmosferică, manometrul indică poziția zero. Dacă prin a doua cameră trece un curent din amestecul aer-gaz, gazul din amestecul de controlat difuzează prin peretele poros în prima cameră și produce o ușoară creștere a presiunii, care va putea fi citită pe manometru. Dacă se utilizează un manometru cu contact, semnalizarea gazului se poate face prin aprinderea unui bec sau printr-o sonerie.

b. Detectorul de gaze bazat pe principiul diferenței de greutate specifică (fig. 6.3.7) se compune dintr-o cameră, care are în interior un perete despărțitor mobil, pus în legătură cu un ac indicator care se mișcă în fața unui cadran gradat în unități de concentrație.

Tabelul 6.3.6. Caracteristicile principale ale arzătoarelor de uz industrial tip GAR, pentru gaze naturale combustibile (STAS 4395)

Mărimea arzătorului	Debitul nominal [m^3/h]	Puterea termică nominală		L [m]	T [°C]	C _{max} [% vol.]
		[kW]	[kcal/h]			
GAR 25	25	250	215000	2,5	1300	0,1
GAR 100	100	1000	860000	3,8		
GAR 200	200	2000	1720000	5,4		

Observații: L - lungimea flăcării la puterea termică nominală; T - temperatura minimă a flăcării la funcționarea cu aer rece, cu excesul de aer maxim; C_{max} - conținutul maxim de CO în gazele de ardere uscate, cu reglarea efectuată pentru flacără neutră sau oxidantă.

Printr-o parte și alta a camerei se introduce în același timp în aparat curentul de aer și curentul din amestecul de cercetat aer - gaz. Aerul curat, fiind mai greu decât amestecul aer - gaz, se va lăsa în partea de jos, iar amestecul fiind mai ușor, se va ridica parțial în partea de sus a camerei, ceea ce va face ca peretele mobil să se deplaseze spre partea amestecului aer-gaz, punând în mișcare acul indicator, care va indica astfel prezența gazului.

c. Detectorul electric pentru gaze naturale combustibile (fig. 6.3.8) se ba-

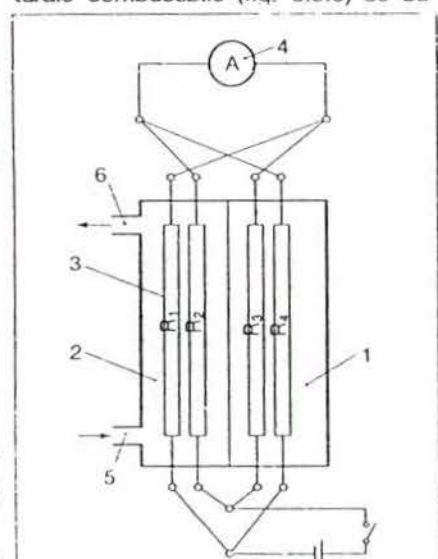


Fig. 6.3.8. Schema detectorului electric de gaze combustibile:

1 și 2 - camere; 3 - rezistențe de platină; 4 - ampermetru; 5 - intrare amestec aer-gaz; 6 - ieșire amestec aer-gaz.

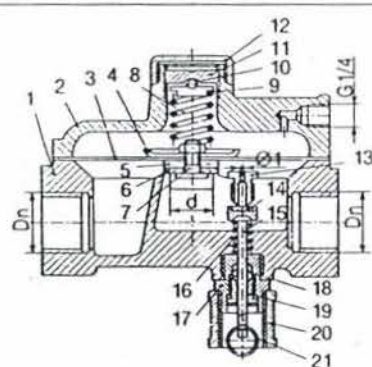


Fig. 6.3.9. Supapă de blocare a conductelor de gaze naturale (varianta b):

1 - corp; 2 - capac; 3 - membrană; 4 - disc superior; 5 - disc inferior; 6 - garnitură; 7 - șurub special; 8 - arc; 9 - taler; 10 - bilă; 11 - disc filetat de reglare; 12 - capac de protecție; 13 - duză; 14 - garnitură; 15 - tijă; 16 - arc; 17 - niplu de etanșare; 18 - garnitură; 19 - preșetupă; 20 - manșon de protecție; 21 - inel de acționare.

zează pe proprietatea platinei de a-și mări rezistența electrică atunci când este supraîncălzită, după o încălzire inițială la 300...400 °C. Detectorul se compune din două camere, în care sunt introduse rezistențele de platină într-un montaj electric corespunzător, în care este introdus și un ampermetru. Dacă în una din camere se găsește aer, prin cealaltă cameră trece gazul din amestecul de cercetat care, la contactul cu rezistențele încălzite, arde catalitic și le supraîncălește, firul de platină mărindu-și astfel rezistența și semnalizând la ampermetru prezența gazului. Aparatele construite pe acest principiu se caracterizează printr-o mare sensibilitate, putând semnaliza prezența gazului în concentrații de o parte de gaz la 1000 părți aer.

6.3.6.2 Supape de blocare a conductelor de gaze naturale combustibile

Supapele de blocare se montează pe conductele de gaze naturale combustibile și servesc pentru închiderea automată a orificiului de trecere a gazelor în cazul scăderii presiunii în amonte sau a întreruperii alimentării cu gaz.

Spre deosebire de supapele de evacuare care revin automat după restabilirea presiunii, deblocarea supapelor de blocare și repunerea în funcțiune se poate face numai manual.

a. Supapa de blocare cu membrană și arc (fig. 6.3.9, tab. 6.3.7, STAS 4581) este prevăzută să funcționeze în instala-

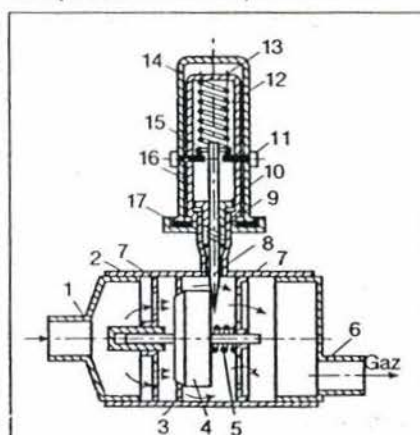


Fig. 6.3.10. Supapă de blocare cu supapă metalică și arc:

1 - racord de intrare gaz; 2 - corpul supapei; 3 - scaunul supapei; 4 - supapă metalică; 5 - arc supapă; 6 - racord ieșire gaz; 7 - suport de ghidare; 8 - percutor; 9 - piuliță de reglare; 10 - șurub limitator; 11 - arc; 12 - tub cu fantă; 13 - manșon exterior de armare a percutorului; 14 - limitator; 15 - segmente de etanșare; 16 - garnitură de etanșare.

țiile cu o presiune nominală de 20 mbar și cu blocarea la 6 mbar. Se execută în două variante constructive (varianta a și b) cu principiul de funcționare identic, dar deblocarea manuală se face diferit prin apăsare pe un buton la varianta a (cu diametre 3/8" și 1/2") și prin tragerea unui inel legat la o tijă la varianta b.

La scăderea presiunii pe fața inferioară a membranei (fig. 6.3.9), arcul se destinde și garnitura supapei este presată pe scaunul ei, închizând trecerea gazului spre consumator. La revenirea presiunii la normal, supapa nu mai poate fi redeschisă decât prin intervenția omului, prin tragerea în jos de inelul care, prin tijă, desprinde garnitura de pe duză permitând trecerea în instalație a unei cantități de gaz.

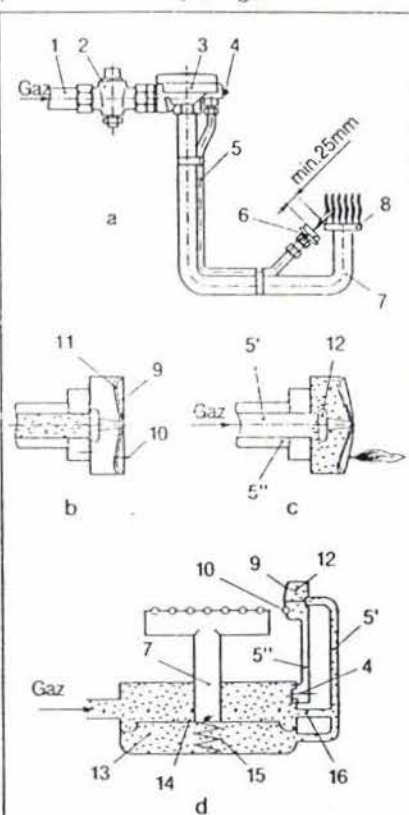


Fig. 6.3.11. Dispozitiv de siguranță cu flacără de veghe:

a - dispozitiv montat la arzător; b - dispozitiv pentru flacără de veghe în poziția închis; c - dispozitiv pentru flacără de veghe în poziția deschis; d - schema funcționării ventilului de siguranță;

1 - conductă de alimentare cu gaze; 2 - robinet; 3 - ventilul de siguranță; 4 - buton de amorsare; 5 - conductă pentru flacără de veghe; 5' - conductă de alimentare cu gaze a flăcării de veghe; 6 - dispozitivul flăcării de veghe; 7 - conductă arzătorului; 8 - arzător; 9 - membrană; 10 - orificii; 11 - arc; 12 - supapă; 13 - cameră; 14 - supapă; 15 - arc; 16 - orificiu de laminare.

Dacă trecerea gazului la consumator este închisă, presiunea în instalație revine repede la normal, se creează suprapresiunea necesară pe întreaga suprafață a membranei și supapa se re-deschide.

Când în instalația de consum nu au fost închise toate robinetele și există pericolul emanării gazului în focar, presiunea nu se mai poate restabili, nu se poate crea forța suplimentară necesară deschiderii supapei și aceasta rămâne închisă până la remedierea defecțiunii din instalație.

b. Supapa de blocare cu supapă metalică și arc (fig. 6.3.10), concepută pentru gaz metan și gaze de sondă, este utilizată în instalațiile de joasă presiune, în uzul casnic și industrial. Supapa blochează trecerea gazelor către consumator în momentul scăderii presiunii în rețea sub presiunea admisibilă.

În momentul scăderii presiunii, supapa metalică este împinsă de arcul său pe scaunul metalic și este blocată în poziția închis de percutorul de siguranță care alunecă de pe suprafața laterală a supapei în spatele acesteia, iar prin forma sa tronconică alungită și datorită efectului de percuție blochează cu umărul său supapa în această poziție. Pentru deblocarea supapei se ridică manșonul care antrenează prin șuruburi percutorul și se eliberează orificiul de trecere spre consumator.

Supapa de blocare se montează lângă contor și înaintea acestuia astfel că reluarea funcționării supapei de blocare este pusă în evidență prin faptul că contorul începe să înregistreze consumul de gaz.

6.3.6.3 Dispozitive de siguranță cu flacără de veghe

Se montează în instalațiile de ardere ale agregatelor termice (cuptoare industriale, instalații tehnologice, cazane etc.), odată cu arzătoarele, închizând trecerea gazului de combustie spre arzător atunci când presiunea gazului scade sub limita prescrisă, la stingerea accidentală a flăcării arzătorului sau la întreruperea accidentală a alimentării cu gaze.

Dispozitivul de siguranță cu flacără de veghe (fig. 6.3.11) funcționează astfel: se

apasă pe butonul de amorsare (fig. 6.3.11a), gazul iese prin orificiul membranei dispozitivului (fig. 6.3.11b), se aprinde de la flacăra arzătorului și formează flacăra de veghe (fig. 6.3.11c). Sub acțiunea căldurii, membrana bimetalică a dispozitivului se dilată și ventilul dispozitivului flăcării de veghe deschide admisia gazului din conducta de alimentare a flăcării de veghe. Butonul de amorsare fiind lăsat liber, flacăra de veghe va continua să fie alimentată cu gaz din camera de deasupra membranei cu supapă montată la arzător (fig. 6.3.11d). Presiunea gazului din camera de sub membrană, care este presată în sus, deschide admisia gazului la arzător (fig. 6.3.11d). În timpul funcționării arzătorului, flacăra de veghe este alimentată cu gaz printr-un orificiu de laminare (fig. 6.3.11d). Dacă presiunea gazului scade sau are loc o întrerupere cu gaz a arzătorului, membrana și arcul dispozitivului închid ventilul de admisie a gazului la arzător, dar flacăra de veghe continuă să ardă până la epuizarea rezervei de gaz din camera de deasupra membranei. Dacă în acest timp se reia alimentarea cu gaze, flacăra arzătorului se aprinde de la flacăra de veghe. Dacă flacăra de veghe se stinge, membrana bimetalică se răcește, se contractă și închide ventilul de admisie a gazului (fig. 6.3.11b și c). La repunerea în funcțiune, se apasă pe butonul de amorsare și funcționarea se repetă ca mai sus.

6.3.6.4 Supape de siguranță

Supapele de siguranță pot fi cu contragreutate (fig. 6.3.12) sau cu arc (fig. 6.3.13) și sunt prevăzute cu conducte de evacuare la exterior. Capătul liber al conductei de evacuare se scoate la 0,5 m deasupra acoperișului clădirii și este prevăzut cu o curbă îndreptată în jos sau cu o căciulă de protecție. Se pot racorda toate supapele la un colector comun, cu evacuarea în atmosferă. Se interzice montarea oricăror robinete de închidere sau de manevră pe derivația pe care este montată supapa de siguranță, atât în amonte cât și în aval de aceasta, pentru exploatarea sigură și fără riscuri a instalației.

6.3.7. Filtre de praf pentru gaze naturale combustibile

Filtrul de praf pentru gaze naturale combustibile (fig. 6.3.14) este format dintr-o carcasă metalică de formă cilindrică, prevăzută cu racorduri pentru intrarea și respectiv ieșirea gazelor, în interiorul căreia se montează cartușul filtrant, format dintr-un cadru de tablă perforată, pe suprafața căruia se poate

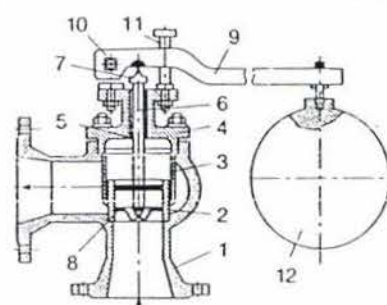


Fig. 6.3.12. Supapă de siguranță cu pârghie și contragreutate:

1 - corp; 2 - scaun ventil; 3 - bucsă de ghidare; 4 - partea superioară; 5 - bucsă; 6 - tijă; 7 - cutit; 8 - ventil; 9 - pârghie; 10 - articulație; 11 - ghidaj-opritor; 12 - contragreutate.

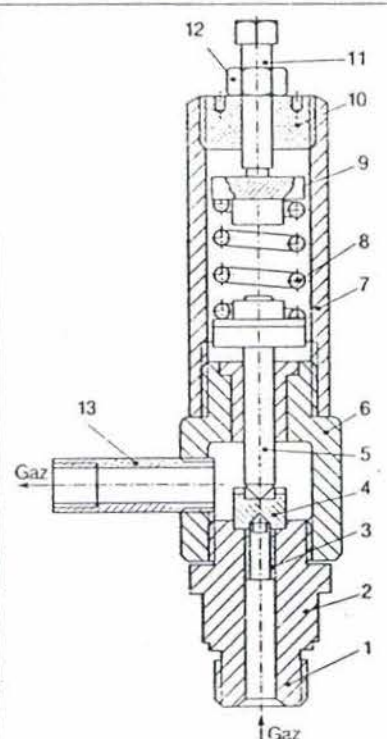


Fig. 6.3.13. Supapă de siguranță cu arc:

1 - racord; 2 - corp supapă; 3 - inel de etanșare; 4 - ventil; 5 - tijă; 6 - capăc; 7 - capăc superior; 8 - arc; 9 - taler arc; 10 - capăc filetat; 11 - șurub de reglare; 12 - piuliță de blocare; 13 - racord de ieșire.

Tabelul 6.3.7. Caracteristicile constructive ale supapelor de blocare a conductelor de gaze naturale (STAS 4581)

Dimensiunea nominală a supapei (mărimea) D_n [in]	Filet G STAS 402	d [mm]	L [mm]	Debitul nominal $\{m^3/h\}$	Masa (informativ) [kg]
3/8	G 3/8	10	110	1,6	0,49
1/2	G 1/2	14	110	3,2	0,48
3/4	G 3/4	18	125	8,6	2,15
1	G 1	22	150	12	2,52
1 1/4	G 1 1/4	28	180	24	2,58
1 1/2	G 1 1/2	30	180	26	3,32
2	G 2	36	215	28	5,73

adăuga pânză de iută, păr de cal sau plasă de sârmă. Filtrul este prevăzut cu capac demontabil, care se fixează cu șuruburi pe flanșa sudată pe carcasă.

Viteza gazului la trecerea prin materialul filtrant este, în general, mică și anume de 0,005...0,04 m/s, iar căderea de presiune (pierdere locală de sarcină) a gazului este de 5...15 mbar. În general, creșterea vitezei gazului la trecerea prin filtru determină colmatarea rapidă a cartușului filtrant.

6.3.8. Separatoare de lichide

Pentru eliminarea apei și a picăturilor de țiței din gazele combustibile naturale se folosesc separatoare de lichide, ale căror principii constructive se bazează fie pe scăderea vitezei prin mărirea bruscă a secțiunii la curgerea în câmp gravitațional, fie pe separarea la curgerea în câmp centrifugal, fie prin combinarea acestora în cadrul aceleiași instalații.

6.3.8.1 Separatoare gravitaționale

a. Separatorul orizontal cu corp dublu (fig. 6.3.15) realizează separarea particulelor și colectarea lor în corpul inferior (colector) prin acțiunea forțelor de inerție, de frecare și gravitaționale care acționează asupra particulelor în partea superioară a separatorului prevăzută cu șicane. Apa acumulată se află sub presiunea gazului din conductă și este eliminată periodic prin purjare.

b. Separatoarele orizontale monotubulare (fig. 6.3.16, STAS 8801) se construiesc în două tipuri: separator orizontal bifazic de țiței și apă (fig. 6.3.16a) și separator orizontal trifazic de țiței, gaze și apă (fig. 6.3.16b). Ambele tipuri se construiesc pentru presiuni de 8; 16; 70 și 140 bar, cu lungimea nominală uzuală de 3000 mm și diametre interioare de la 600 până la 1400 mm, inclusiv.

c. Separatorul orizontal cu paravan de ceață (fig. 6.3.17) utilizează pentru separare, pe lângă forțele de inerție, de frecare și gravitaționale și forțele de adeziune a picăturilor pe împletiturile de sârmă sau pe plăci înclinate, cu canale.

6.3.8.2 Separatoare centrifugale

Separatorul centrifugal este alcătuit dintr-o coloană metalică cilindrică de diametru mare prevăzută cu un ștuț lateral pentru intrarea gazelor naturale din conducta de transport. Gazele, având o energie cinetică mare, pătrund tangential prin ștuț în cilindru și sunt supuse acțiunii forței centrifuge, căpătând o mișcare elicoidală. Particulele de lichid având o densitate mai mare decât a gazului, sub acțiunea forței

centrifuge, se separă din gaz, fiind proiectate pe suprafața interioară a cilindrului, de unde se colectează la partea inferioară tronconică și se evacuează periodic. Gazele separate de picăturile de lichid sunt evacuate la partea superioară a separatorului centrifugal.

6.3.9. Regulate de presiune pentru gaze naturale combustibile

Reducerea presiunii gazului are loc la trecerea sa prin secțiunea îngustă a unui orificiu, fenomen numit proces

sau efect de laminare. După modul de funcționare, regulatele de presiune pot fi:

- cu acționare directă, la care diferența dintre presiunea efectivă din aval și presiunea din amonte este suficientă pentru a comanda direct, pe cale mecanică, prin intermediul unui sistem de pârghii variațiile secțiunii orificiului de trecere a gazului;

- cu acționare indirectă, la care forța necesară modificării secțiunii orificiului de trecere este asigurată de un dispozitiv amplificator, auxiliar, numit pilot.

Parametrii funcționali ai regulatelelor de presiune sunt:

- presiunea nominală p_n este presiunea maximă a gazului la intrare pentru care a fost dimensionat regulatorul;

- presiunea de intrare p_i este presiunea efectivă la un moment dat la intrarea în regulator;

- presiunea maximă la intrare p_{imax} este limita superioară a presiunii la intrare, pentru care presiunea la ieșire se încadrează în limita de toleranță admisă;

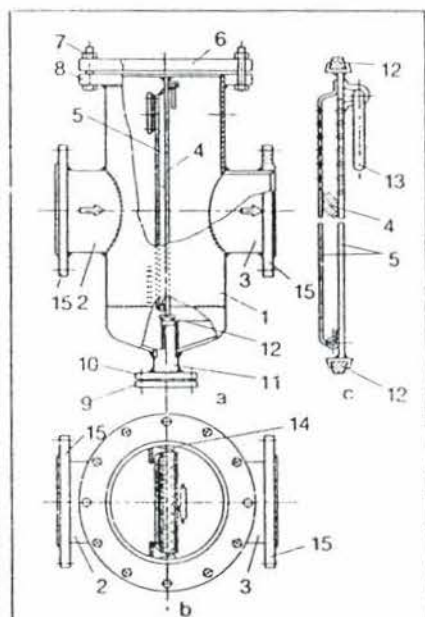


Fig. 6.3.14 - Filtru pentru gaze combustibile naturale:

a - vedere de ansamblu;

b - vedere de sus, fără capac;

c - detaliu montare cartuș filtrant;

1 - carcasă; 2 - racord de intrare a gazelor; 3 - racord de ieșire; 4 - cartuș filtrant; 5 - cadru din tablă perforată; 6 - capac; 7 - șurub; 8 - flanșă pentru capac; 9 - capac de curățire; 10 - flanșă; 11 - ștuț de evacuare; 12 - garnituri trapezoidale; 13 - mâner; 14 - ghidaj - casetă; 15 - flanșă.

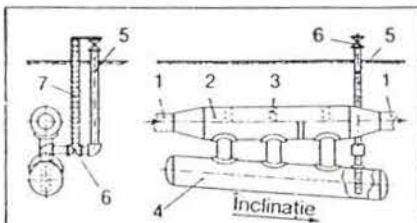


Fig. 6.3.15. Separator orizontal cu corp dublu:

1 - conductă de gaz; 2 - corp superior; 3 - șicane; 4 - corp inferior (colector); 5 - refulator; 6 - robinet; 7 - tijă de manevră a robinetului, în tub de protecție.

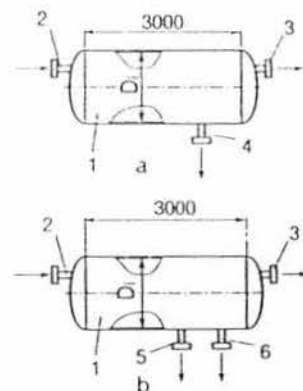


Fig. 6.3.16. Separatoare orizontale monotubulare:

a - separator bifazic de țiței și gaze (SOB); b - separator trifazic de țiței, gaze și apă (SOT);

1 - corp separator; 2 - racord intrare gaz; 3 - racord ieșire gaze; 4 - racord ieșire lichid; 5 - racord ieșire țiței; 6 - racord ieșire apă.

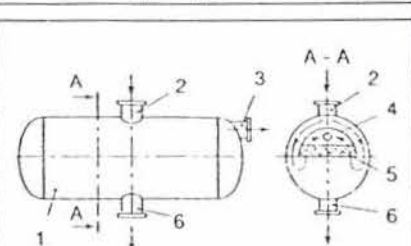


Fig. 6.3.17. Separator orizontal cu paravan de ceață:

1 - corp separator; 2 - racord intrare gaz; 3 - racord ieșire gaze; 4 - deflector; 5 - paravan de ceață; 6 - racord ieșire lichid.

• presiunea minimă la intrare p_{1min} este limita inferioară a presiunii la intrare, pentru care presiunea la ieșire se încadrează în limita de toleranțe admise;

• presiunea la ieșire p_2 este presiunea efectivă la un moment dat, la ieșire, în punctul de măsurare;

• presiunea reglată sau presiunea prescrisă p_2 este presiunea care trebuie realizată și menținută la ieșire, în punctul de măsurare;

• presiunea reglată maximă p_{2max} este valoarea maximă a presiunii reglate (prescrise) la ieșire;

• presiunea reglată minimă p_{2min} este valoarea minimă a presiunii reglate (prescrise) la ieșire;

• căderea de presiune în regulator Δp este diferența dintre presiunea la intrare p_1 și presiunea la ieșire p_2 , $\Delta p = p_1 - p_2$;

• debitul orar de gaz la starea normală fizică Q [m^3/h] este debitul care trece prin regulator în timpul funcționării;

• debitul maxim orar Q_{max} [m^3/h] este debitul realizat pentru o cădere de presiune maximă $\Delta p_{max} = p_{1max} - p_{2min}$;

• debitul minim orar Q_{min} [m^3/h] este debitul minim care poate trece prin regulator astfel ca presiunea la ieșire să fie în limitele admise și se realizează pentru o cădere de presiune minimă $\Delta p_{min} = p_{1min} - p_{2max}$;

• presiunea de închidere p_{2i} este presiunea stabilită la ieșire în momentul când elementul de execuție (ventilul de reglare) al regulatorului închide admisia gazului (în general, presiunea de închidere la un regulator se stabilește după închiderea conductei de ieșire, când $Q=0$).

Pentru alegerea mărimii reglatoarelor de presiune se aplică relația:

$$Q_n = C_v \sqrt{\Delta p} \quad [m^3/h] \quad (6.3.1)$$

în care:

- Q_n este debitul nominal al regulatorului care se determină astfel:

• pentru reglatoarele cu acționare directă $Q_n = 1,45 Q_{necesar}$;

• pentru reglatoarele cu acționare indirectă $Q_n = (1,1-1,2) Q_{necesar}$;

- $Q_{necesar}$ debitul necesar de gaze [m^3/h];

- C_v - coeficientul de debit al regulatorului, indicat de producător;

- Δp - căderea de presiune produsă în regulator la trecerea debitului reglat Q_n [bar].

Abaterile maxime ale presiunii p_2 , la ieșirea din regulator, în raport cu presiunea prescrisă p_2 , se determină cu relația:

$$e = \frac{p_2 - p_{2i}}{p_2} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6.3.2)$$

6.3.9.1 Reglatoare automate de presiune, cu acționare directă

Regulatorul de presiune pentru debite mici (fig. 6.3.18 și tab. 6.3.8) și

anume pentru debite cuprinse între 10 și 100 m^3/h , funcționează între următoarele presiuni: la intrare $P_1 = 0,2 \dots 2$ bar; la ieșire $P_2 = 0,015 \dots 0,030$ bar. În

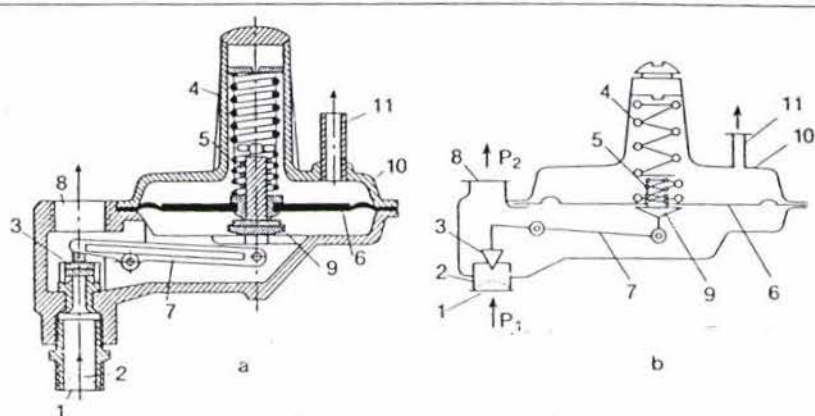


Fig. 6.3.18. Regulatorul de presiune pentru debite mici:

a - secțiune; b - schemă de funcționare;

1 - racord de intrare a gazului; 2 - sită; 3 - ventil; 4 și 5 - arc; 6 - membrană elastică; 7 - pârghie; 8 - racord de ieșire a gazului cu presiunea joasă; 9 - ventilul de siguranță; 10 - capac; 11 - țevă de evacuare a gazului.

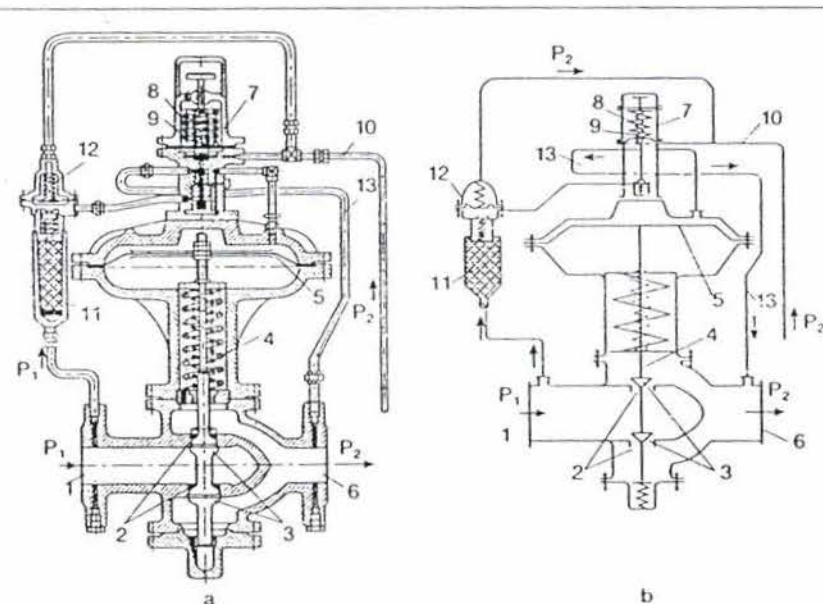


Fig. 6.3.19. Regulator de presiune tip RPA3:

a - secțiune; b - schemă de funcționare;

1 - racord de intrare a gazului; 2 - scaun; 3 - supapă; 4 - tijă; 5 - membrană; 6 - racord de ieșire a gazului; 7 - servoregulator; 8 - arc; 9 - membrană; 10 - conductă de gaz care leagă conducta de ieșire a gazului cu servoregulatorul; 11 - filtru; 12 - reductor de presiune; 13 - conductă de evacuare a excesului de gaz, de la servoregulator.

Tabelul 6.3.8. Caracteristicile funcționale și dimensionale ale regulatorului de debit mic

Tipul	D _i		Q _n	P ₁	P ₂	D _{en}	Masa
	Intrare D _n [in]	Ieșire D _n [in]					
I	3/4	3/4	10	0,2...2	0,015...0,030	3/8	5,40
I	1	1	20	0,2...2	0,015...0,030	3/8	8,00
I	1	1 1/4	35	0,2...2	0,015...0,030	3/8	9,10
I	1	1 1/2	50	0,2...2	0,015...0,030	1/2	18,00
I	1 1/4	2	100	0,2...2	0,015...0,030	1/2	24,00
II	3/4	1	40-50	2,0...25	0,500...2,000	1/4	5,3

Observații: D_i - diametrul racordurilor; D_{en} - diametrul tevelor de evacuare a gazului.

regulatorul de presiune pentru debit mic (fig. 6.3.18) gazul intră cu presiune redusă prin racordul prevăzut cu sită și este laminat prin secțiunea îngustă a ventilului reglat cu arc; datorită contra-presiunii exercitate de arc și transmisă

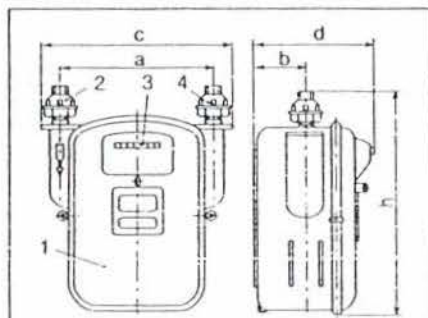


Fig. 6.3.20. Forma constructivă a contorului volumetric de tip uscat, cu membrană:

1 - carcasă; 2 - racord intrare gaz; 3 - mecanism de înregistrare; 4 - racord ieșire gaz.

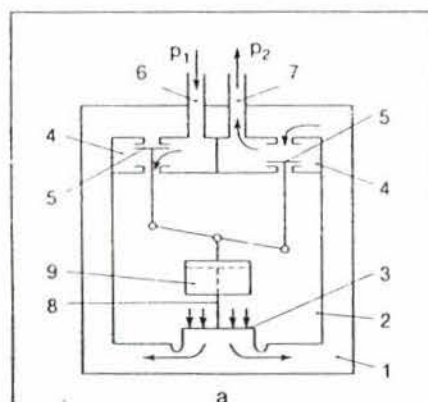


Fig. 6.3.21. Schema contorului uscat cu o cameră și comanda prin supape:

a - evacuarea gazului din cutia aparatului; b - evacuarea gazului din cameră;

1 - cutie metalică etanșă; 2 - cameră; 3 - membrană; 4 - camera supapelor; 5 - supape; 6 - racord pentru intrarea gazelor; 7 - racord pentru ieșirea gazelor; 8 - braț pentru legarea pârghiilor celor două supape; 9 - sistemul integrator al debitului.

prin intermediul membranei elastice și al pârghiei la ventil, se reduce presiunea gazului la treapta de joasă presiune și gazul iese din regulator spre instalația de utilizare.

Regulatele de presiune pentru debit mic sunt prevăzute cu un ventil de siguranță, care nu permite ridicarea presiunii gazului peste o anumită valoare ce ar putea dăuna instalațiilor interioare, contoarelor, armăturilor etc. Presiunea la care intră în funcțiune ventilul de siguranță este cu circa 15 mbar mai mare decât presiunea de reglare fixată la montare. Prin deschiderea ventilului de siguranță, gazele pătrund sub capac și ies în atmosferă printr-o țevă de evacuare a regulatorului, numită răsuflătoare. Regulatele de presiune pentru debite mici se montează în posturi pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor combustibile naturale. Aceste regulate funcționează cu gaze combustibile naturale necorosive, lipsite de substanțe

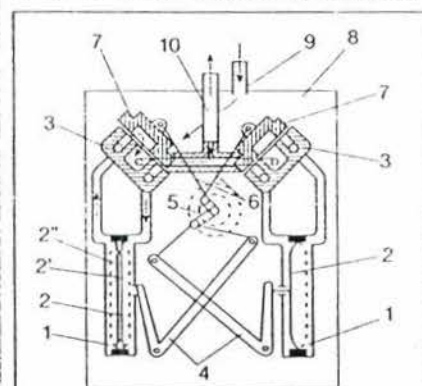


Fig. 6.3.22. Schema contorului uscat cu două camere și comanda prin sertare:

1 - cameră etanșă; 2 - membrană elastică; 2' și 2'' - compartimentul drept, respectiv stâng al camerei 1; 3 - distribuitor; 4 - pârghii de comandă; 5 - mecanismul integrator; 6 - pârghii; 7 - sertar; 8 - cutie etanșă; 9 - racord de intrare a gazelor; 10 - conducta colectoare.

lichide sau solide în suspensie, având temperaturi cuprinse între 0 și +50 °C. Regulatele cu acționare directă sunt concepute să funcționeze în condiții de variație lentă a mărimii reglate și la presiuni relativ mici, care asigură, în condiții normale de lucru, o funcționare sigură pe durata exploatării.

6.3.9.2 Regulate automate de presiune, cu acționare indirectă

Sunt standardizate din punct de vedere constructiv (STAS 7134) și se execută în următoarele tipuri: RPA_2 , RPA_3 (fig. 6.3.19a), care sunt cele mai utilizate, RPA_4 și RPA_5 . Regulatele RPA_2 și RPA_3 au următoarele caracteristici funcționale: presiunea maximă la intrare $p_{1max} = 16$ bar; presiunea minimă la intrare $p_{1min} = p_2 + 0,5$ bar; presiunea maximă la ieșire $P_{2max} = 6$ bar; presiunea minimă la ieșire $p_{2min} = 0,5$ bar pentru regulatorul tip RPA_2 și $p_{2min} = 0,2$ bar pentru regulatorul tip RPA_3 .

Regulatele automate de presiune cu acționare indirectă se împart în patru clase de precizie (I, II, III, IV) în funcție de valorile abaterii maxime e. ale presiunii: clasa I (1 %); II (2 %); III (5 %); IV (8 %).

Principiul de funcționare al regulatorului automat de presiune cu acționare indirectă tip RPA_3 poate fi urmărit pe schema din figura 6.3.19b. Gazul pătrunde în regulator la presiunea p_1 și este laminat la trecerea prin secțiunile orificiilor ventilului care este acționat prin țigă și membrana elastică, după care iese din regulator la presiunea p_2 . Reglarea presiunii de ieșire a gazelor se face de către servoregulatorul compus din arcul și membrana care comunică printr-o conductă cu conducta de gaze din aval de regulator. O parte din gazul pătruns prin racordul de intrare la presiunea p_1 trece prin filtru și prin reductorul de presiune unde i se scade presiunea la valoarea p_2 și intră în conducta pentru comanda servoregulatorului. Excesul de gaz din corpul servoregulatorului se evacuează printr-o conductă.

Tabelul 6.3.9. Caracteristicile principale ale contoarelor volumetric de tip uscat, cu membrană (STAS 6681)

Caracteristica	UM	Mărimea contorului [m³/h]		
		3	6	20
Debit nominal	[m³/h]	3	6	20
Debit minim	[m³/h]	0,3	0,6	2
Debit maxim	[m³/h]	4,5	9	30
Presiune nominală	[bar]	3	3	3
Presiune maximă de regim	[bar]	5	5	5
Volum ciclic	[dm³/ciclu]	3±0,25	5±0,25	20±0,25
Număr nominal de cicluri	[ciclu/oră]	1000	1200	1000
a±1	[mm]	250	250	335
b±1	[mm]	75	77	118
c _{max}	[mm]	310	302	410
d _{max}	[mm]	167	188	272
f _{max}	[mm]	318	366	570

Celelalte tipuri de regatoare automate de presiune cu acționare indirectă funcționează după principii similare cu cel arătat mai sus. La aceste regatoare, în caz de rupere a membranei sau în caz de scădere a presiunii, orificiile de trecere a gazului se închid automat.

6.3.10. Aparare pentru măsurarea și înregistrarea debitelor de gaze naturale combustibile

Aparatele pentru măsurarea și înregistrarea debitelor de gaze combustibile naturale se numesc contoare.

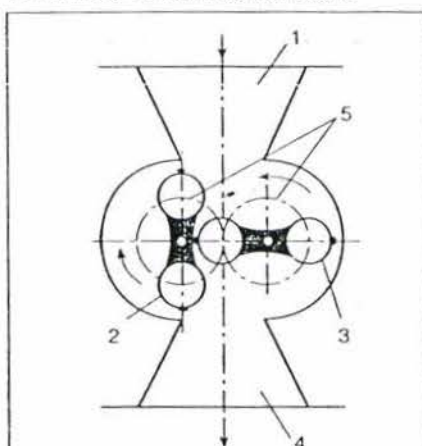


Fig. 6.3.23. Contorul volumetric cu pistoane rotative:

1 - racord de intrare a gazului; 2 și 3 - pistoane rotative; 4 - racord de ieșire a gazului; 5 - mecanismul integrator și înregistrator.

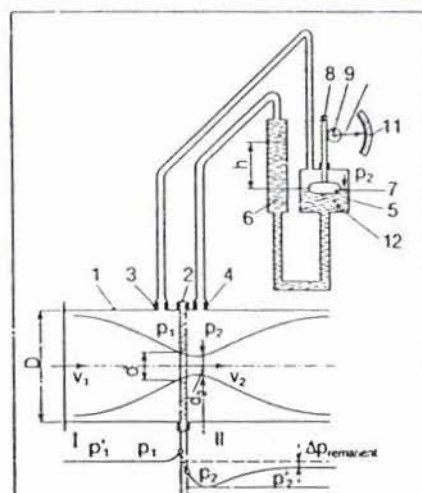


Fig. 6.3.24. Schema pentru principiul de funcționare a contorului diferențial:

1 - conductă de gaze; 2 - diafragmă; 3 și 4 - prize de presiune; 5 - vas pentru presiunea mare (p_1); 6 - vas pentru presiunea mică (p_2); 7 - plutitor; 8 - tijă; 9 - roată dintată; 10 - ac indicator; 11 - scală gradată; 12 - mercur.

După modul de măsurare și înregistrare, contoarele pot fi:

- *volumetric*, cu înregistrare directă, la care măsurarea are loc prin umplerea și golirea succesivă a unor compartimente cu volum determinat și care pot fi: contoare cu camere și membrane; contoare cu pistoane rotative;
- *diferențiale*, cu măsurare indirectă, determinându-se diferențele de presiuni dintre cele două secțiuni din amonte și avalul unei diafragme de diametru cunoscut și calculându-se apoi debitul de gaz în funcție de diferențele de presiune măsurate.

6.3.10.1 Contoare volumetric

Contoarele volumetric cu membrană sunt contoare uscate, cu una sau două membrane, cu distribuția gazului prin sertare sau prin supape.

a. *Contoarele volumetric de tip uscat, cu membrană* (fig. 6.3.20 și tab. 6.3.9) se execută în trei mărimi, în funcție de valoarea debitului nominal: 3, 6 și 20 m³/h.

Contoarele trebuie să funcționeze continuu și să înregistreze la un debit egal cu: 1,5 % din debitul nominal, pentru contoarele de 3 m³/h; 1,0 % din debitul nominal, pentru contoarele de 6 și 20 m³/h.

b. *Contorul cu o cameră și comandă prin supape* (fig. 6.3.21) se compune dintr-o cutie metalică etanșă, în care se găsește o cameră prevăzută cu o membrană și din care se separă, etanș, camera supapelor, despărțită în două jumătăți, din care una comunică cu racordul de intrare și cealaltă cu racordul de ieșire. Membrana comandă un braț, la care sunt legate prin pârghii cele două supape și sistemul integrator al debitului.

Gazul intră prin supapa de admisie (fig. 6.3.21a) și deplasează membrana în jos. Presiunea asupra gazului din cutia contorului, membrana îl obligă să părăsească contorul prin racordul de evacuare. La terminarea cursei, membrana comandă sistemul integrator și prin intermediul pârghiei determină schimbarea rapidă a supapelor. După schimbarea sensului de mișcare a supapelor, gazul trece (fig. 6.3.21b) în cutia etanșă a contorului, presează membrana și determină ieșirea gazului din contor prin racordul de evacuare. Deplasarea membranei este posibilă deoarece presiunea de la intrarea în contor este mai mare decât presiunea din instalația de consum de după contor. Volumul mare al cutiei contorului și camerei și schimbarea rapidă a poziției supapelor fac ca trecerea gazului prin contor să aibă loc în mod continuu, fără pulsații.

c. *Contorul cu două camere și comandă prin sertare* (fig. 6.3.22) se compune din două camere etanșe, împărțite fiecare în două părți egale de câte o membrană flexibilă, câte un distribuitor la care se leagă fiecare parte a camerelor și două pârghii de comandă legate de membrane, care comandă mecanismul integrator și totodată deplasarea sertarelor. Întreg sistemul este închis într-o cutie etanșă, în care gazul pătrunde printr-un racord și iese printr-o conductă colectoare.

Gazul intră în cutia contorului, pătrunde prin orificiul descoperit în partea dreaptă 2' a camerei și, datorită presiunii mai mari la intrare, deplasează membrana spre stânga, evacuând gazul din partea stângă 2" a camerei spre distribuitor, de unde, datorită poziției sertarului, trece în colector și este evacuat spre consumator. În timpul depl-

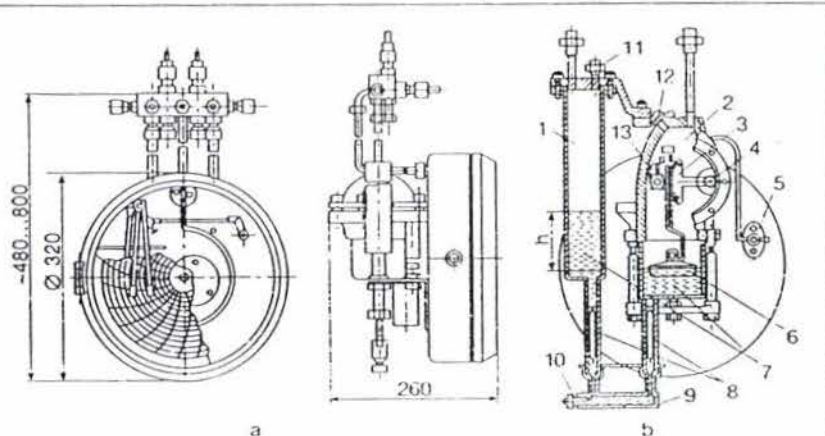


Fig. 6.3.25. Contor diferențial:

a - vedere de ansamblu; b - secțiune prin vasele comunicante;

1 și 2 - vase comunicante; 3 - segment circular dintat; 4 - ax de înregistrare cu peniță; 5 - racord manometru presiune statică; 6 - plutitor; 7 - mercur; 8 - supape de siguranță; 9 - comunicație între coloanele de mercur; 10 - surub de golire mercur; 11 - orificiu etanș, de umplere cu mercur; 12 - orificiu etanș de aerisire; 13 - piedica de blocare a plutitorului în timpul transportului.

sării spre stânga, membrana pune în mișcare, prin intermediul pârghiei, mecanismul integrator și prin pârghiile articulate comandă sertarul care, prin deplasarea lui pune în legătură partea 2" cu cutia contorului și partea 2' cu conducta colectoare de ieșire a gazului.

Pentru a realiza trecerea gazului prin contor fără pulsații, în mod continuu, funcționarea celor două sertare se decalează în mod corespunzător, prin reglarea pârghiilor de comandă.

d. **Contorul volumetric cu pistoane rotative** (fig. 6.3.23) funcționează în felul următor: gazul pătrunde în contor și exercită presiune asupra pistoanelor pe care le pune în mișcare de rotație. Această mișcare este transmisă prin intermediul axului la un mecanism integrator și înregistrator al debitului de gaz măsurat.

Contoarele cu pistoane rotative măsoară debite de gaze între 10 și 50 000 m³/h, la presiuni de la 1 la 10 bar.

6.3.10.2 Contoare diferențiale

Principiul măsurării debitului cu un contor diferențial este indicat în figura 6.3.24. Dacă în secțiunea transversală pe axa unei conducte se montează o diafragmă, la trecerea gazului prin orificiul acesteia, se produce o cădere de

presiune $\Delta p = p_1 - p_2$, proporțională cu debitul de gaz; prin măsurarea acestei diferențe de presiuni se poate calcula debitul de gaz Q [m³/h].

Prizele de presiune sunt puse în legătură cu două vase comunicante având în interior mercur. Nivelul lichidului manometric (mercur) este urmărit de un plutitor solidar cu tija care transmite mișcarea de translație la o roată dințată solidară cu un ac indicator care se rotește în fața unei scale gradate. Pentru înregistrarea căderii de presiune Δp , tija plutitorului antrenează mecanismul de înregistrare, format din două brațe cu penițe și hârtia diafragmei de formă circulară. Contoarele diferențiale sunt, prin urmare, manometre diferențiale, care traduc unitățile de presiune în unități de debit. Aceste contoare sunt prevăzute cu dispozitive mecanice de calcul, cu mecanisme de compensare automată a erorilor datorită variațiilor de temperatură și presiune, precum și cu dispozitive auxiliare de înregistrare sau de transmitere a semnalelor la distanță.

În figura 6.3.25 se prezintă un contor diferențial și o secțiune prin vasele comunicante ce sunt puse în legătură cu prizele de presiune.

6.3.11. Aparare pentru măsurarea presiunii gazelor naturale combustibile

În funcție de valoarea presiunii măsurate p comparativ cu presiunea atmosferică, p_{at} , aparatele pentru măsurarea presiunii gazelor pot fi: manometre ($p > p_{at}$); vacuometre ($p < p_{at}$); manovacuumetre care măsoară atât presiuni $p < p_{at}$ cât și presiuni $p > p_{at}$. Aparatele care măsoară numai presiunea atmosferică sunt denumite barometre, iar aparatele care măsoară diferența a două presiuni sunt denumite manometre diferențiale.

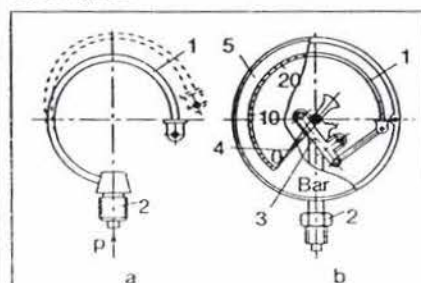


Fig. 6.3.27. Manometru indicator cu tub flexibil:

a - tub Burdon simplu curbat fixat la racord; b - construcția manometrului indicator cu tub simplu curbat; 1 - elementul elastic de măsurare; 2 - suport cu racord; 3 - mecanismul de transmitere; 4 - dispozitiv de indicare; 5 - carcasă metalică.

După principiul de funcționare, aparatele pentru măsurarea presiunii pot fi:

- *manometre diferențiale*, cu lichid manometric apă distilată sau mercur, al căror principiu de funcționare se bazează pe legea fundamentală a hidrostaticii. Cele mai utilizate sunt: manometru diferențial cu tub în formă de U (fig. 6.3.26, STAS 6526) și micromanometru cu tub înclinat;

- *manometru cu element elastic de măsurare*, mecanism de transmitere și amplificare și dispozitiv de indicare a presiunii. În mod curent se folosesc: manometru indicator cu tub flexibil (fig. 6.3.27) și manometru cu membrană (fig. 6.3.28);

- *aparate înregistratoare*, care cuprind elementul de măsurare și dispozitivul de indicare înregistrare a presiunii. Diagrama pentru înregistrarea presiunii poate fi în formă de bandă sau de disc.

6.4. Instalații interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile

Instalația de utilizare cuprinde ansamblul de conducte, aparate de utilizare, arzătoare, aparate de măsurare, siguranță, control și accesorii montate în incinta unui consumator, în aval de robinetul de branșament, respectiv după robinetul de ieșire din stația sau postul de reglare de la capătul branșamentului, inclusiv focarul și coșul de evacuare a gazelor de ardere.

6.4.1. Condiții pentru utilizarea gazelor naturale combustibile în clădiri

Utilizarea gazelor naturale combustibile este admisă numai în încăperi în

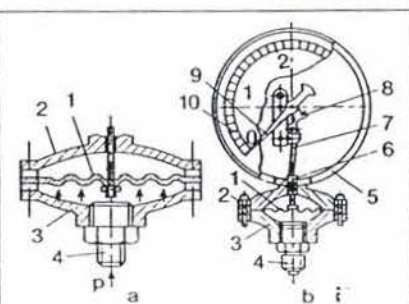


Fig. 6.3.28. Manometre cu membrană:

a - fixarea elementului elastic tip membrană; b - construcția manometrului cu membrană; 1 - membrană; 2 și 3 - flanșe; 4 - racord; 5 - carcasă aparatului; 6 - suport articulat; 7 - tijă; 8 - mecanism de transmitere - amplificare; 9 - dispozitiv de indicare; 10 - scară gradată.

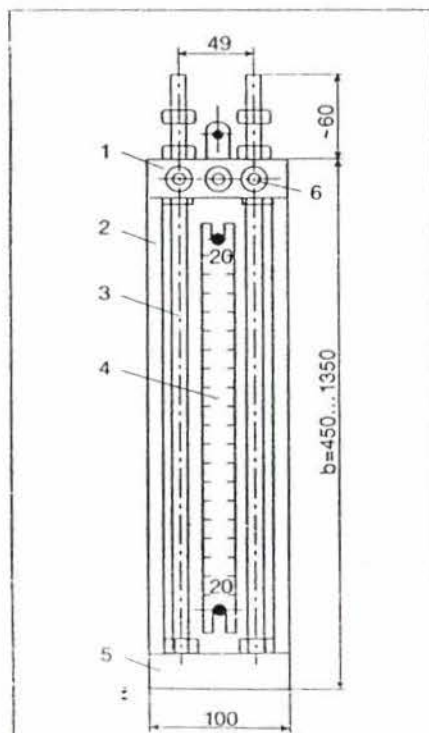


Fig. 6.3.26. Manometru diferențial cu lichid, cu tub în formă de U și cu bloc metallic:

1 - corp superior; 2 - carcasă; 3 - tub de sticlă; 4 - riglă cu scară gradată; 5 - corp inferior; 6 - robinet de purjare.

care nu există pericol de:

- incendiu prin aprinderea materialelor și elementelor combustibile, datorită radiației termice directe ori a transferului de căldură prin convecție sau conducție;
- explozie a materialelor aflate în interior;
- intoxicarea sau asfixierea utilizatorilor, cu gaze de ardere.

Condițiile tehnice pentru funcționarea în siguranță a instalațiilor interioare sunt următoarele:

- volumul interior minim al încăperilor
 - 18,0 m³, pentru încăperi curente;
 - 7,5 m³, pentru bucătării, băi și birouri din construcții noi;
 - 5,0 m³, pentru bucătării în construcții existente, cu respectarea condiției ca debitul total al aparatelor cu flacără liberă, care se pot instala într-o încăpere, să satisfacă condiția: 15 m³ volum interior de încăpere, pentru 1 m³/h debit instalat de gaze naturale;
- ventilare naturală sau mecanică;
- evacuarea totală a gazelor de ardere în exterior, deasupra acoperișului;
- suprafețe vitrate.

Toate încăperile în care se montează aparate de utilizare a gazelor naturale se prevăd cu suprafețe vitrate, pentru decompresie, sub formă de ferestre, luminatoare cu geamuri ușoare, uși cu

geam sau goluri, toate spre exterior, cu suprafața totală de:

- 0,03 m² pentru 1 m³ volum net de încăpere, în cazul construcțiilor din beton armat;
- 0,05 m² pentru 1 m³ volum net de încăpere, în cazul construcțiilor din zidărie.

Suprafața vitrată se stabilește prin considerarea golului în zidărie în care se află montat tocul ferestrelor, luminatoarelor etc.

Volumul net al încăperii se stabilește prin considerarea volumului interior total al încăperii din care se scade volumul cazanelor sau altor elemente de instalații sau de construcții existente în încăpere, în care nu se pot acumula gaze.

În cazul în care se prevăd detectoare automate de gaze cu limita inferioară de sensibilitate 2 %, care acționează asupra robinetului de închidere al conductei de alimentare cu gaze al arzătoarelor (robinet situat în afara încăperii), suprafața vitrată se reduce până la 0,02 m² pentru 1 m³ volum net de încăpere.

Aceste suprafețe, în rapoartele date mai sus, nu sunt obligatorii pentru construcții industriale vitrate și pentru birouri existente.

În încăperi cu volum mai mic decât cel prevăzut mai sus, sunt admise nu-

mai aparate de utilizare legate la coș, cu următoarele condiții:

- accesul aerului necesar arderii și aprinderea aparatelor de utilizare să se facă din exteriorul încăperii (coridor, vestibul etc.) sau direct din exteriorul clădirii;

- folosirea unor aparate de utilizare cu aprindere direct din exteriorul clădirii, asigurate împotriva stingerii, fie prin blocarea admisiei gazului în cazul stingerii flăcării, fie prin construcția aparatului sau prin dispozitive de protecție.

În încăperi cu volum mai mic de 18 m³ nu sunt admise:

- aparate de utilizare pentru prepararea instantanee a apei calde de consum;
- aparate de utilizare pentru încălzire centrală sau locală.

Fac excepție de la restricțiile menționate mai înainte aparatele de utilizare care au agrement tehnic pentru funcționare în alte condiții, la care, prin tubulatură etanșă, se asigură accesul din exterior al aerului necesar arderii și evacuarea în exterior a gazelor de ardere.

Pentru încălzirea de apartament, cazanul se montează în bucătărie, vestibul, debara, la subsol sau la alt nivel unde nu obturează calea de evacuare a persoanelor, cu respectarea condițiilor sus-menționate.

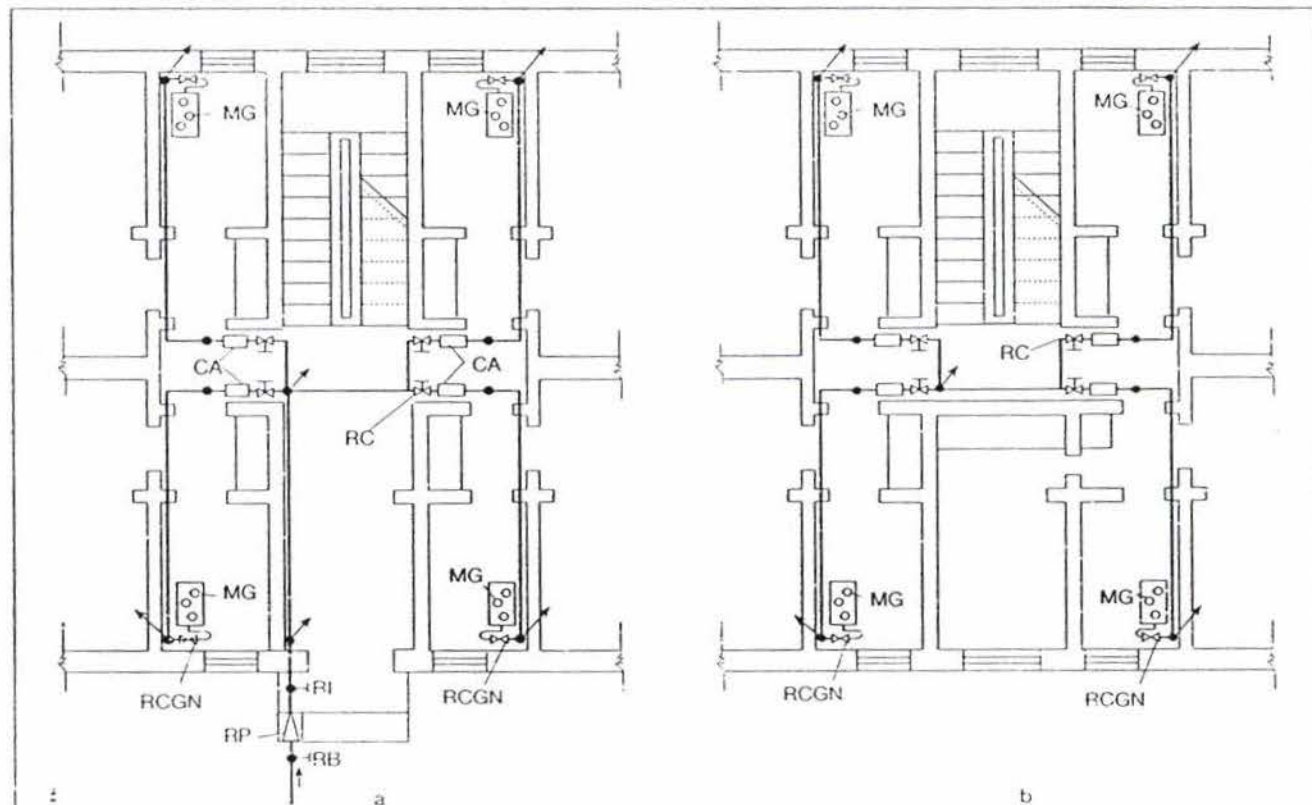


Fig. 6.4.1. Instalație interioară de gaze naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu contoare pentru fiecare apartament, amplasate în casa scării:

a - planul parter al clădirii; b - planul unui etaj al clădirii;

RB - robinet de bransament; RP - regulator de presiune; RI - robinet de incendiu; RC - robinet de contor; CA - contor de apartament, amplasat în casa scării; RCGN - robinet cu cep pentru gaze naturale; MG - mașină sau reșou pentru gătit.

6.4.2. Soluții constructive și scheme de realizare a instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile

6.4.2.1 Scheme generale de realizare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

După destinația și mărimea consumatorilor de gaze naturale combustibile se disting:

- instalații interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, care alimentează cu gaze arzătoare și aparate de utilizare din clădiri de locuit și social-culturale;

- instalații interioare de utilizare industrială a gazelor naturale combustibile.

a. Instalațiile interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile din clădirile de locuit și social-culturale sunt alimentate cu gaze la presiune joasă, din postul de reducere și reglare a presiunii.

Instalațiile interioare de gaze naturale combustibile din clădirile de locuit (fig. 6.4.1) se compun dintr-o coloană montantă la care se racordează rețeaua de distribuție din fiecare apartament. Între coloana montantă și rețeaua de distribuție a fiecărui apartament se montează în locuri accesibile, de regulă, în casa scării, un contor pentru măsurarea și înregistrarea consumului de gaze naturale combustibile (fig. 6.4.1).

În cazul blocurilor de locuințe, dotate cu instalații de încălzire centrală și având bucătării suprapuse pe aceeași verticală, se admite montarea unui singur contor pentru măsurarea consumului de gaze în comun (fig. 6.4.2).

În figura 6.4.3 se prezintă schemele izometrice ale instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, dintr-o clădire de locuit cu parter și 4 etaje, cu contoare pentru fiecare apartament, amplasate în casa scării (fig. 6.4.3a) și cu contor general și coloane montate în bucătării (fig. 6.4.3b). În figura 6.4.3c se prezintă schema izometrică a instalației interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile; într-o clădire de locuit cu P+4 etaje cu contoarele și coloanele montate în bucătării.

Instalațiile de alimentare cu gaze naturale combustibile a arzătoarelor montate la cazanele din centrale termice sunt prevăzute cu conducte de racord separate de instalațiile de utilizare din clădiri și cu contoare proprii pentru măsurarea și înregistrarea consumului de gaze. Arzătoarele sunt racordate prin conducte pe care se montează două robinete, la o conductă de distribuție comună amplasată în fața cazanelor, într-un canal acoperit cu tablă striată.

b. Instalațiile interioare de utilizare industrială a gazelor naturale combustibile

(fig. 6.4.4) pot fi alimentate cu gaze la presiune redusă sau joasă.

Agregatele industriale sunt alimentate cu gaze prin intermediul stațiilor sau posturilor de reducere și reglare a presiunii în care are loc trecerea gazelor de la o treaptă de presiune la alta.

6.4.2.2 Soluții constructive pentru racordarea aparatelor de utilizare și a arzătoarelor de gaze naturale combustibile la rețeaua de conducte

În instalațiile de utilizare a gazelor naturale combustibile sunt admise următoarele categorii de aparate și arzătoare omologate sau cu agrement tehnic:

- aparate de utilizare legate la cosul de evacuare a gazelor de ardere;
- aparate de utilizare cu flacără liberă montate în bucătării, laboratoare, oficii din clădiri social-culturale, societăți comerciale etc.;

- arzătoare cu flacără liberă instalate în hale industriale ventilate, la care schimbul orar de aer asigură evitarea depășirii concentrației admise de nocivități;

- radianți funcționând cu gaze naturale combustibile, numai în spații mari, bine ventilate, în condițiile asigurării măsurilor de evitare a incendiilor și încadrării concentrațiilor de nocivități în limitele admise de norme;

- radiatoare speciale pentru gaze

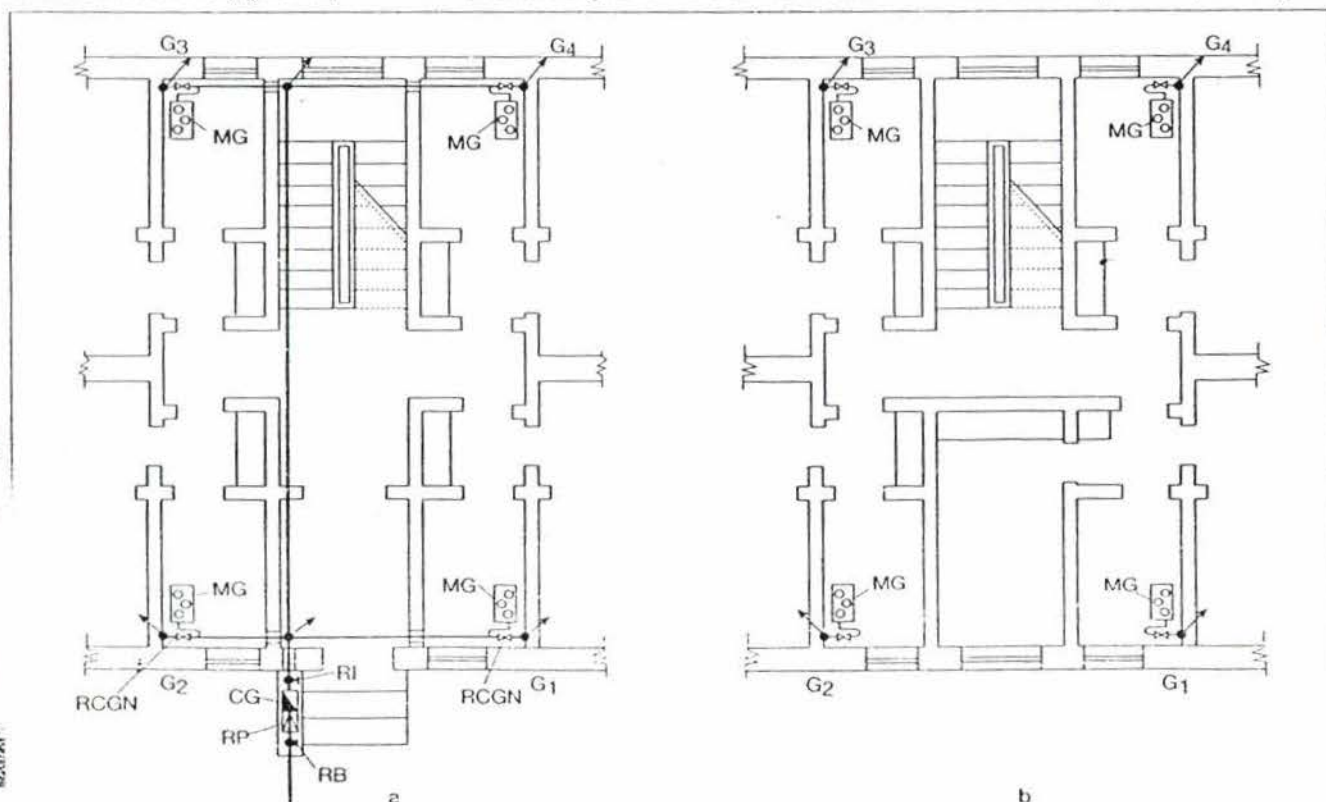


Fig. 6.4.2. Instalație interioară de gaze naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu contor general și cu coloane montate în bucătării:

a - planul parter al clădirii; b - planul unui etaj al clădirii;

CG - contor general pentru apartamentele de la o scară; celelalte notații au semnificația de la fig. 6.4.1.

naturale combustibile amplasate astfel încât să nu prezinte pericol de incendiu, fără racord de evacuare a gazelor de ardere deasupra acoperişului.

Aparatele de utilizare industrială, cu debit instalat peste 25 m³_N/h, se prevăd cu armături pentru montarea următoarelor aparate de măsură și control și a prizelor în vederea efectuării de determinări pentru întocmirea bilanțului termic al instalației:

- manometru montat pe conducta de intrare a gazelor în aparat;
- termometre montate pe conducta de alimentare cu gaze naturale și respectiv, pe canalul de ieșire a gazelor de ardere;
- contor de gaze naturale;
- prize de prelevare a probelor din gazele naturale și respectiv, din gazele de ardere;
- priză de măsurare a tirajului.

6.4.2.3 Soluții constructive pentru realizarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile

La alegerea traseelor pentru conductele rețelei interioare de gaze naturale combustibile, condițiile de siguranță au prioritate față de condițiile de estetică.

Fiecare unitate locativă se racordează la coloana montantă sau la instalația exterioară printr-o singură derivatie.

Conductele instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile se amplasează:

- aparent, în spații uscate, ventilate, luminate și circulate, cu acces permanent, inclusiv în subsolurile care îndeplinesc aceste condiții;

- pe cât posibil, pe elemente de rezistență ale construcției: pereți, stâlpi, grinzi, plafoane;

- pe stâlpi metalici sau din beton, montați special în acest scop, sau în scopul susținerii conductelor de gaze naturale împreună cu conductele pentru alte instalații.

Se admite montarea conductelor mascate în canale vizitabile și ventilate, numai în cazul construcțiilor cu grad deosebit de finisare.

Pentru alimentarea cu gaze naturale combustibile a punctelor de consum care nu sunt amplasate lângă pereți, se admite montarea conductelor în canale amenajate în pardoseală, dacă aceste canale:

- sunt acoperite cu capace perforate și ușor demontabile;
- sunt uscate și bine aerisite;
- au trasee cât mai scurte;
- au pantă, după caz, pentru asigurarea scurgerii în exterior a eventualelor infiltrări de apă;

- nu au legătură la conductele de canalizare a apelor uzate;
- au dimensiuni care să permită controlul și repararea conductei.

Trecerea conductelor prin pereți sau planșee se face prin tuburi de protecție, fără îmbinări în tuburi de protecție.

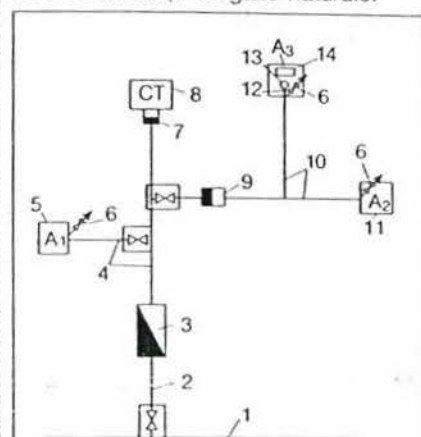
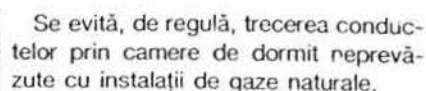


Fig. 6.4.4. Schema unei instalații de utilizare industrială a gazelor:

A1, A2, A3 -agregate; C. T. - centrală termică; 1 - rețea de repartitie; 2 - conducta de bransament; 3 - stație de reglare - măsurare; 4 - rețea exterioară de presiune medie; 5 - agregate; 6 - robinet de incendiu; 7 - stație de reglare alipită centralei termice; 8 - centrala termică; 9 - stație de reducere și reglare a presiunii de la presiune medie la presiune redusă; 10 - rețea exterioară de presiune redusă; 11 - agregate; 12 - rețea interioară de presiune redusă; 13 - posturi de reglare; 14 - agregate.

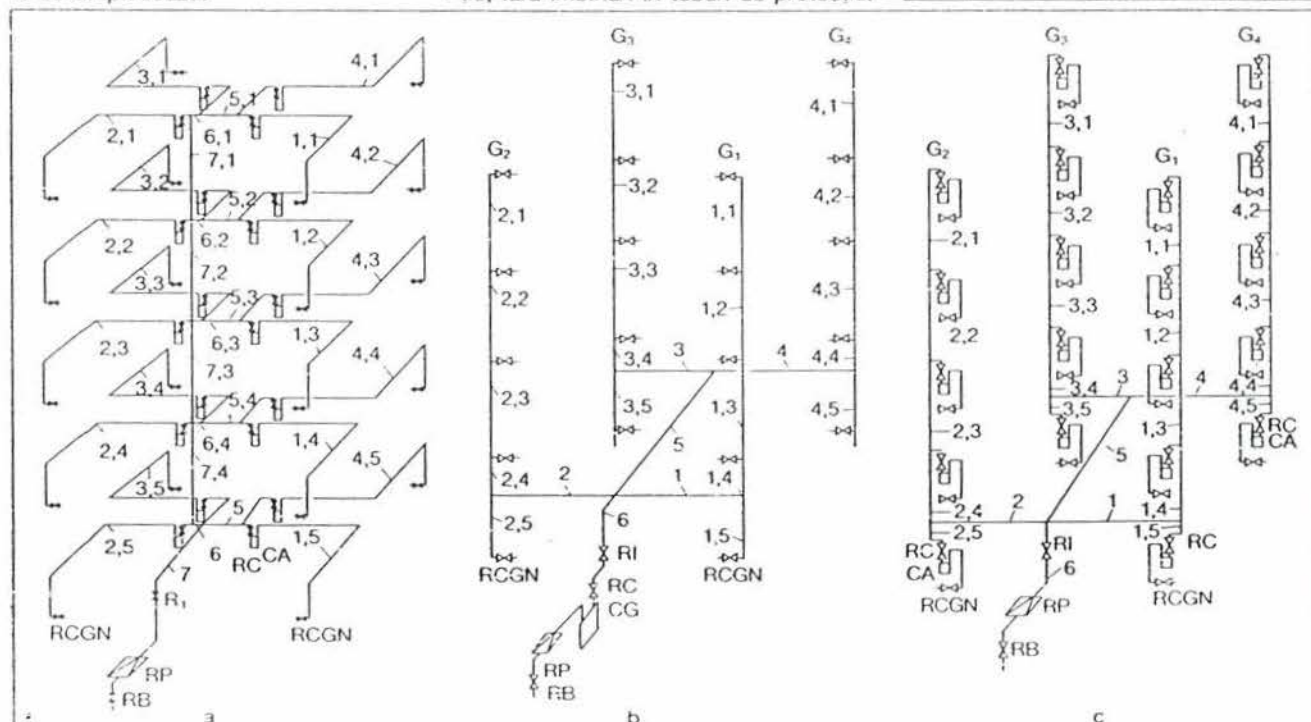


Fig 6.4.3. Schemele izometrice ale instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu P+4 etaje:

a - cu contoare pentru fiecare apartament amplasate în casa scări; b - cu contor general pentru apartamentele de la o scară a clădirii și cu coloane montate în bucătării; c - cu contoare și cu coloane montate în bucătării;

Notatiile au semnificatia de la fig. 6.4.1. si 6.4.2.

Când trecerea conductelor de gaze prin încăperi cu umiditate pronunțată sau atmosferă corosivă este inevitabilă, se folosesc țevi zincate sau protejate cu lacuri anticorosive.

Este interzisă trecerea conductelor prin:

- coșuri și canale de ventilare;
- puțuri și camere pentru ascensoare;
- încăperi neventilate și spațiile închise cu rabiț sau alte materiale;
- încăperi cu mediu corosiv sau cu degajare de noxe;
- încăperi cu umiditate pronunțată;
- încăperi în care se păstrează materiale inflamabile;
- cămări pentru păstrat alimente;
- subsoluri tehnice și canale tehnice;
- ghene sau nișe comune mai multor niveluri, în care sunt montate conducte pentru alte instalații;
- podurile clădirilor;
- WC-uri, cu excepția celor prevăzute cu instalații de utilizare a gazelor naturale;
- locuri greu accesibile în care întreținerea normală a conductelor nu poate fi asigurată.

Nu este admisă:

- trecerea conductelor unui apartament prin alt apartament sau a conductelor comune prin apartamente;
- montarea conductelor înglobate în elementele de construcții ale pardoselii;
- montarea conductelor pentru alte instalații în canale pentru conductele de gaze naturale;
- intersectarea canalelor pentru conductele de gaze naturale cu canale pentru alte instalații sau comunicarea cu acestea.

În halele industriale, conductele instalațiilor de gaze naturale combustibile se amplasează astfel încât să fie protejate împotriva degradării prin: lovire directă sau trepidatii; contactul cu lichide corosive; contactul îndelungat cu apă; radiație sau conducție termică etc.

Este interzisă utilizarea conductelor de gaze naturale pentru orice alte scopuri, cum ar fi: punerea la pământ a altor instalații; realizarea prizelor de protecție electrică; susținerea conductorilor electrici, indiferent de tensiune și curent; agățarea sau rezemarea unor obiecte.

Distanțele minime între conductele de gaze naturale și elementele celorlalte instalații se încadrează în prevederile din: Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 Vc.a. și 1500 Vc.c. indicativ 17; Prescripțiile tehnice ISCIR și STAS 800.

Pe conductele instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile se montează robinete de închidere, în următoarele locuri:

- înaintea fiecărui contor, în instalațiile cu un singur contor, dacă distanța între robinetul de incendiu și contor nu depășește 5 m, robinetul de incendiu ține loc și de robinet de contor;

- pe fiecare ramificație importantă;
- pe fiecare conductă care alimentează grupuri de arzătoare montate la aparate, mese de lucru, laboratoare etc.;

- la baza fiecărei coloane, în clădiri cu peste 5 niveluri, dacă plasarea robinetelor de la baza coloanelor nu se poate face în condiții de siguranță și estetică corespunzătoare, se admite montarea unui singur robinet pentru un grup de coloane care alimentează maximum 24 puncte de consum;

Înaintea fiecărui arzător se montează:

- două robinete montate pe conductă, pentru cazul arzătoarelor și aparatelor de utilizare care nu au robinet de manevră propriu sau cazul celor care au racord flexibil;

- un robinet pentru cazul arzătoarelor și aparatelor care au racord rigid și au robinet de manevră propriu.

6.4.2.4 Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor de ardere

Aerul necesar arderii se asigură în funcție de raportul între volumul interior al încăperii V_i [m³] și debitul nominal al aparatului de utilizare Q_n [m³/h]:

- pentru cazul $V_i/Q_n \geq 30$, aerul din încăpere este suficient pentru ardere;
- pentru cazul $V_i/Q_n < 30$, se prevede accesul aerului direct din exterior, prin goluri practicate la partea inferioară a încăperii.

Sunt exceptate bucătăriile din locuințe cu încălzire centrală, în care nu există alte aparate de utilizare, la care se admite accesul aerului dintr-o încăpere vecină prin realizarea unui gol spre această încăpere, cu condiția satisfacerii raportului $V_i/Q_n \geq 30$, în care V_i este volumul bucătăriei plus volumul încăperii respective. Dacă, și în încăperea vecină spre care este prevăzut golul, sunt instalate aparate de utilizare, raportul dintre suma volumelor celor două încăperi ($\Sigma V_i = V_{i1} + V_{i2}$) și suma debitelor aparatelor de utilizare din aceste încăperi ($\Sigma Q_n = Q_{n1} + Q_{n2}$) trebuie să fie, $\Sigma V_i / \Sigma Q_n \geq 30$. În cazul în care această condiție nu poate fi îndeplinită, se realizează prize de aer direct din exteriorul construcției.

Suprafața golului pentru accesul aerului de ardere se determină ca produsul între debitul instalat Q_i [m³/h] și modulul de 0,0025 m²/(m³/h):

$$S = 0,0025 \cdot Q_i \quad [\text{m}^2]$$

Golul pentru accesul aerului de ardere se prevede la partea inferioară a încăperii și fără dispozitive de închidere sau reglare. Este interzisă obturarea

golului de acces al aerului de ardere.

În cazul în care accesul aerului de ardere se asigură prin canale, secțiunile canalelor de aer se stabilesc luând în considerare rezistențele aerulice ale acestora.

La încăperile în care se instalează aparate cu flacără liberă, independent de volumul lor, se prevăd canale de evacuare a gazelor de ardere deasupra acoperișului.

Canalele de evacuare a gazelor de ardere se racordează la partea superioară a încăperilor, cât mai aproape de plafon, și nu se prevăd cu dispozitive de închidere sau reglare.

În cazul unor încăperi dotate cu aparate de utilizare care necesită volume de aer pentru arderea gazelor, relativ mici în raport cu volumul încăperii, se admite evacuarea gazelor de ardere prin instalații de ventilare mecanică, în locul canalelor de evacuare, cu condiția ca instalațiile de ventilare să aibă gura de aspirație pe tavan sau cât mai aproape de tavan, iar ieșirea gazelor de ardere să fie asigurată chiar și în cazul de nefuncționare a ventilării.

Pentru construcții existente, se admite practicarea, în pereții exteriori sau în tocul ferestrei, la partea superioară a încăperii, a golului pentru evacuarea gazelor de ardere.

Evacuarea gazelor de ardere din bucătării și oficii se face prin tiraj natural sau mecanic, utilizându-se fie canale individuale, fie canale colectoare.

La evacuarea gazelor de ardere prin canale colectoare, canalele individuale vor dubla canalul colector pe înălțimea unui etaj, pentru evitarea pericolului de pătrundere a gazelor de ardere dintr-o încăpere în alta.

În cazul racordării mai multor aparate de utilizare la același canal de fum, se are în vedere și se previne pericolul ca, prin aparatele care nu sunt în funcțiune, să se introducă în încăpere gaze de ardere rezultate de la aparatele care funcționează.

Racordarea a două sau mai multe aparate consumatoare de gaze combustibile la același coș de fum se face la niveluri diferite, cu condiția ca secțiunea coșului să poată prelua debitele de gaze de ardere însumate, ale tuturor aparatelor racordate la același coș.

Secțiunile coșurilor de fum pentru evacuarea gazelor de ardere de la aparatele de utilizare cu tiraj natural (conform prescripțiilor de dimensionare din STAS 6724 și STAS 6793) sunt redată în tabelele 6.4.1 și 6.4.2.

Evacuarea gazelor de ardere din hale industriale se face în funcție de debitele rezultate și de condițiile locale, fie prin ventilare naturală organizată, fie prin ventilare mecanică.

Tipul de ventilație și dimensionarea instalației sunt în funcție de cantitatea de gaze de ardere, astfel încât să nu se depășească concentrațiile admise prin normele de protecție a muncii și normele de protecție a mediului.

Legarea la coș prin burlan din tablă metalică, rigid sau flexibil, se admite în următoarele condiții:

- secțiunea burlanului să fie cel puțin egală cu secțiunea racordului de ieșire din aparatul de utilizare;
- porțiunea verticală să aibă cel puțin 0,4 m la ieșirea din aparatul de utilizare;
- distanța de la coș până la aparatul de utilizare să fie mai mică de 5 m;
- panta către coș să fie de minimum 8 %, dacă distanța depășește 1 m;
- burlanul să fie izolat termic, dacă distanța depășește 3 m.

Este permisă evacuarea gazelor de ardere prin orificii practicate în pereții exteriori ai clădirilor numai pentru aparatele de utilizare omologate sau cu agrement tehnic, prevăzute din fabricație cu astfel de evacuare.

Evacuarea gazelor de ardere de la cazanele din centrale se face pe baza prevederilor din „Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor de încălzire centrală - indicativ I 13”.

Pentru protecția împotriva incendiului, se interzice:

- trecerea burlanelor dintr-o încăpere în alta, cu excepția burlanelor sudate;
- montarea la aparatele de consum individual (sobe, mașini de gătit, radiatoare etc.) a dispozitivelor de închidere

sau obturare a secțiunii de ieșire a gazelor de ardere;

- evacuarea gazelor de ardere în podurile caselor.

6.4.3. Dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile de joasă presiune

6.4.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune

Debitul de calcul se determină în funcție de tipul instalației interioare de utilizare a gazelor naturale, după cum urmează:

- în cazul instalațiilor de alimentare cu gaze a aparatelor de utilizare amplasate în bucătăriile situate în clădiri de locuit dotate cu încălzire centrală și cu prepararea centrală a apei calde de consum, debitul de calcul Q_N [m^3/h] se determină cu relația:

$$Q_N = \sum_{i=1}^n Q_{Ni} F_i \quad [m^3/h] \quad (6.4.1)$$

în care:

- Q_{Ni} este debitul nominal al aparatului de utilizare de un anumit tip i [m^3/h], debitele nominale ale aparatelor având agrement tehnic vor fi cele indicate de fabricile producătoare;

- F_i - factori de simultaneitate, având valorile redată în tabelul 6.4.3 în funcție de numărul de apartamente.

Pentru cazurile în care factorii de simultaneitate nu sunt normați, aceștia se stabilesc prin similitudine cu alte

cazuri având același specific de activitate sau sunt precizați în proiectul tehnologic.

- în cazul instalațiilor de utilizare folosite pentru încălzirea centrală sau individuală a clădirilor, debitul de calcul Q_N se determină cu relația:

$$Q_N = \sum_{i=1}^n Q_{Ni} \quad [m^3/h] \quad (6.4.2)$$

în care Q_{Ni} este debitul nominal al unui arzător [m^3/h].

6.4.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de gaze naturale de joasă presiune

Diametrele conductelor se determină pe baza căderii de presiune admisă, $\Delta P = p_1 - p_2$, unde p_1 este presiunea minimă disponibilă a gazului la intrarea în conductă [bar], iar p_2 este presiunea minimă necesară gazului la ieșirea din conductă [bar].

În cazul în care la intrarea în conductă se prevede un regulator pentru reducerea-reglarea presiunii, atunci p_1 este egală cu presiunea de ieșire din regulator minus abaterea maximă prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului.

Dacă la ieșirea din conductă se prevede un regulator pentru reducerea-reglarea presiunii, p_2 este egală cu

Tabelul 6.4.3. Valorile factorilor de simultaneitate pentru aparatele de utilizare a gazelor naturale combustibile amplasate în bucătăriile clădirilor de locuit

Numărul de apartamente	Factorul de simultaneitate
1	1,00
2	0,81
3	0,71
4	0,65
5	0,62
6	0,59
8	0,55
10	0,53
12	0,51
16	0,47
20	0,45
24	0,43
28	0,42
32	0,41
36	0,40
40	0,39
44	0,38
48	0,38
52	0,37
56	0,37
60	0,36
64	0,36
68	0,35
72	0,35
76	0,35
80	0,34
peste 80	0,34

Tabelul 6.4.1. Secțiunile coșurilor de fum pentru evacuarea gazelor de ardere de la aparate de utilizare cu tiraj natural

Debit instalat, [m^3/h]	Înălțimea activă de tiraj [m]	Număr maxim de racorduri la același coș	Secțiune liberă rectangulară [cm×cm]	Secțiune liberă circulară Φ [cm]
1	2	3	4	5
1,0	2,5	1	10 x 10	10
1,5	4,5	1	10 x 10	10
2,0	2,5	1	13 x 13	13
3,0	4,5	1	13 x 13	13
3,0	2,5	2	13 x 20	16
4,5	4,5	2	13 x 20	16
4,5	2,5	2	20 x 20	20
7,0	4,5	2	20 x 20	20

Observații:

- Coloanele 4 și 5: secțiunile indicate sunt cele uzuale. În cazul unor secțiuni intermediare, valorile corespunzătoare din coloana 1 pot fi obținute prin interpolare;
- Coloana 1: Valorile din tabel se referă la coșuri din zidărie masivă, cu golul realizat cu tipare glisante. Aceste valori pot fi sporite:
 - cu 25 % pentru coșuri de fum captușite cu tuburi sau blocuri prefabricate, având fețele interioare netede;
 - conform tabelului 6.4.2, pentru înălțimi mai mari de 4,5 m.

Tabelul 6.4.2. Valorile coeficientului de corecție a datelor din coloana 1, tabelul 6.4.1

$H_{coș}$ [m]	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Spor [%]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

presiunea minimă necesară pentru funcționarea regulatorului, prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului, plus o majorare de 10 % pentru compensarea unor factori imprevizibili.

În cazul instalațiilor de utilizare a gazelor naturale combustibile de joasă presiune, prevăzute cu reglatoare de presiune pentru debit mic, care alimentează aparate de uz casnic sau aparate industriale cu presiune nominală de 20 mbar, căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor va fi de 5 mbar.

Pentru rețele și instalații care alimentează direct aparate de utilizare la presiune joasă, fără intermediul unui regulator de presiune, căderea de presiune este egală cu fluctuația maximă de presiune admisibilă la aparatele de utilizare, prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului de regulă, 20...25 % din presiunea nominală a aparatului).

În cazul unor extinderi ale rețelelor existente de distribuție a gazelor naturale de presiune joasă, care alimentează aparate de utilizare cu presiunea nominală de 20 mbar, căderea totală de presiune disponibilă pentru dimensionarea rețelei de distribuție și a instalației de utilizare va fi de 10 mbar cu condiția ca la ieșirea din stația de reglare să se mențină presiunea de 30 mbar.

Pentru rețeaua de distribuție, inclusiv rașamentul, se consideră căderea de presiune de 5 mbar, restul de 5 mbar fiind destinați instalației de utilizare.

În cazul instalațiilor de utilizare a gazelor naturale de presiune joasă, amplasate în clădiri cu înălțime de peste 10 m, pentru dimensionarea coloanelor se ține seama de creșterea disponibilului de presiune datorită forței ascensionale a gazelor naturale. Disponibilul de presiune provocat de forța ascensională se obține făcând produsul între valoarea indicată în tabelul 6.4.4 și înălțimea la care este montat punctul de consum, măsurată de la nivelul regulatorului de presiune, ținând seama de altitudinea locului unde este montat regulatorul de presiune.

4.3.3 Dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile

a. Ipoteze și relații generale de calcul. În comparație cu lichidele, gazele sunt compresibile. Din această cauză, studiul curgerii gazelor sub presiune conducte de secțiune circulară, se aplică modelul de curent unidimensional, considerând ca parametri ai mișcării, într-o secțiune oarecare, viteza medie v , presiunea p și densitatea ρ . Se adoptă următoarele ipoteze de calcul:

- se neglijează forțele masice;
- mișcarea se consideră permanentă, turbulentă, fără vârtejuri și în regim subsonic;
- în timpul curgerii, gazele suferă o destindere izotermă.

Între parametrii hidraulici v , p și ρ , ai schemei unidimensionale a curentilor de gaz, se stabilesc trei relații de bază:

- *relația de continuitate*, care exprimă că debitul masic, Q_M de gaz este constant prin orice secțiune A a conductei.

$$Q_M = \rho \cdot v \cdot A = \text{constant} \quad [\text{kg/s}] \quad (6.4.3)$$

unde:

- $A = \pi D^2/4$ [m^2] este aria secțiunii transversale a conductei de diametru D [m];

- v - viteza medie a gazului în conductă [m/s];

- ρ - densitatea gazului [kg/m³].

Aplicând ecuația de continuitate 6.4.3 pentru o stare de referință R și pentru o stare oarecare, se obține:

$$Q_M = \rho_R \cdot v_R \cdot A = \rho \cdot v \cdot A = \text{constant} \quad [\text{kg/s}] \quad (6.4.4)$$

de unde rezultă:

$$v = \frac{\rho_R}{\rho} v_R \quad (6.4.5)$$

- *ecuația de stare fizică a gazului*, pentru unitatea de masă de gaz:

$$p = \rho \cdot R \cdot T \quad (6.4.6)$$

în care:

- R este constanta gazului [J/kgK];

- T - temperatura absolută a gazului [K].

Pentru o stare de referință R rezultă:

$$\rho_R = p_R \cdot R \cdot T_R \quad (6.4.7)$$

și împărțind relațiile 6.4.6 și 6.4.7 membru cu membru se deduce:

$$\rho = \rho_R \cdot \frac{T_R}{T} \cdot \frac{p}{p_R} \quad (6.4.8)$$

- *ecuația mișcării (relația energetică)*, sub formă diferențială:

$$dp = -dh_f \quad (6.4.9)$$

sau:

$$dp = -\frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot dx \quad (6.4.10)$$

în care:

- dp este căderea de presiune elementară a gazului, pe un tronson de conductă de lungime elementară dx , (fig 6.4.5) pe care are loc pierderea elementară de sarcină:

$$dh_f = -\frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot dx \quad (6.4.11)$$

- λ - coeficientul de rezistență hidraulică liniară, calculat, de regulă, cu relația Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7 D} \right) \quad (6.4.12)$$

aplicabilă pentru: $23 D/k < \text{Re} < 560 D/k$;

$\text{Re} = v D/\nu$ este numărul Reynolds;

- ν - coeficientul cinematic de vâscozitate [m^2/s].

Înlocuind parametrii v și p din relațiile 6.4.5, respectiv 6.4.8 în relația 6.4.10 și integrând între secțiunile inițială (1) și finală (2), ale tronsonului de conductă, respectiv în condițiile: pentru $x = 0$, $p = p_1$ și pentru $x = L$, $p = p_2$ se obține:

$$2 \int_{p_1}^{p_2} p dp = -\frac{\rho_R \rho_R v_R^2}{T_R} \cdot \frac{\lambda L}{D} \quad (6.4.13)$$

de unde se deduce:

$$p_1^2 - p_2^2 = -\frac{\rho_R \rho_R v_R^2}{T_R} \cdot \frac{\lambda L}{D} \quad (6.4.14)$$

și din care se exprimă viteza v_R :

$$v_R = \sqrt{\frac{T_R}{\rho_R}} \cdot \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D}{\lambda L T_R}} \quad [\text{m/s}] \quad (6.4.15)$$

în care:

$$L = l + l_e \quad [\text{m}] \quad (6.4.16)$$

unde l este lungimea fizică a tronsonului de conductă între secțiunile (1) și (2), iar l_e este lungimea echivalentă pierderilor de sarcină:

$$l_e = \frac{D}{\lambda} \sum_{i=1}^n \xi_i \quad [\text{m}] \quad (6.4.17)$$

în care:

$\sum_{i=1}^n \xi_i$ este suma coeficienților de pierderi locale de sarcină în rezistențele hidraulice locale pe tronsonul de conductă de diametru D cuprins între secțiunile (1) și (2)

Debitul volumic de gaz la starea de referință R va fi:

$$Q_R = \frac{\pi D^2}{4} v_R = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{T_R}{\rho_R}} \cdot \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{\lambda L T_R}} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (6.4.18)$$

În relația 6.4.18 se introduce densitatea relativă δ a gazului față de aer, la starea de referință R :

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_R} \quad (6.4.19)$$

Tabelul 6.4.4. Valorile disponibilului suplimentar de presiune dat de forța ascensională, în funcție de înălțimea punctului de consum față de nivelul regulatorului de presiune

A_v [m]	D_p [mbar/10 m]
0	0,054
100	0,052
200	0,051
300	0,50
400	0,049
500	0,047
600	0,046
700	0,045
800	0,043
900	0,042
1000	0,041
1100	0,040
1200	0,039

A_v - altitudinea locului unde se montează regulatorul de presiune; D_p - disponibilul suplimentar de presiune dat de forța ascensională, în funcție de înălțimea punctului de consum față de nivelul regulatorului de presiune.

și se obține:

$$Q_n = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{T_R}{\rho_R \rho_{at}}} \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.4.20)$$

La starea de referință normală fizică, debitul volumic de gaz va fi (conform relației 6.4.20):

$$Q_N = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{T_N}{1,293 \rho_N}} \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.4.21)$$

De regulă, debitul de gaz se exprimă la starea de referință standard, aplicând relația:

$$\frac{p_s Q_s}{T_s} = \frac{p_N Q_N}{T_N} \quad (6.4.22)$$

cu $p_s = p_N = 101325 \text{ N/m}^2$ și se deduce:

$$Q_s = \frac{T_s}{T_N} Q_N \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.4.23)$$

b. *Dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune.* Diametrele conductelor se determină astfel încât la toate aparatele de utilizare (arzătoare) să se asigure debitele nominale la presiunile nominale de utilizare.

Gazele naturale combustibile de presiune medie și redusă sunt compresibile, iar presiunea gazului are o variație parabolică în lungul conductei (fig. 6.4.5a).

Gazele naturale combustibile de joasă presiune sunt considerate practic incompresibile (densitatea constantă), astfel că presiunea gazului are o variație liniară în lungul conductei (fig. 6.4.5b).

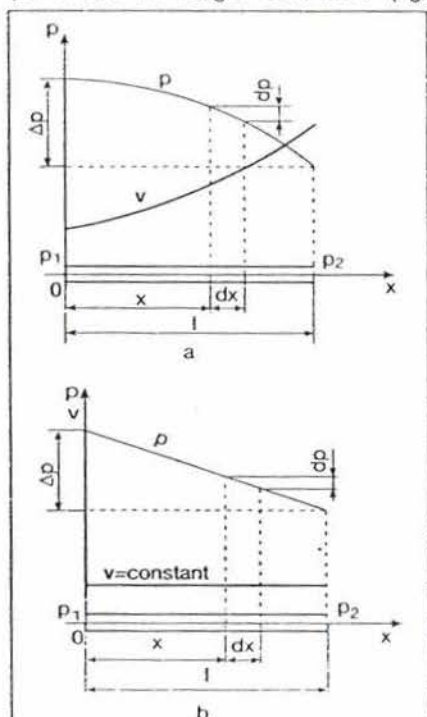


Fig. 6.4.5. - Variațiile presiunii și vitezei gazului considerat:

a - fluid incompresibil (la curgerea în regim cu volum constant);
b - fluid compresibil (la curgerea în regim cu volum variabil).

6.4.5b). Această aproximație este cu atât mai bună, cu cât raportul $p_1/p_2 \rightarrow 1$, respectiv, cu cât raportul $\Delta p/p_m = (p_1 - p_2)/p_m$ este mai mic, unde $p_m = (p_1 + p_2)/2$.

În aceste condiții, rezultă:

$$p_1^2 - p_2^2 = 2 \frac{p_1 + p_2}{2} (p_1 - p_2) = 2 p_m \Delta p \quad (6.4.24)$$

și se admite $p_m = p_N$.

Cu aceste precizări, debitul de gaz la starea de referință standard este:

$$Q_s = \frac{\pi}{4} \frac{T_s}{T_N} \sqrt{\frac{2 T_N}{1,293}} \sqrt{\frac{\Delta p D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.4.25)$$

În relația 6.4.25 se introduc: diametrul interior al conductei D [cm]; lungimea de calcul ($L = l + l_e$) a tronsonului [m]; căderea de presiune Δp [mbar] și se obține:

$$Q_s = 6,1 \sqrt{\frac{\Delta p D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.4.26)$$

Pe baza formulei 6.4.26 a fost întocmit tabelul de calcul 6.4.5 pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune

cu țevi din oțel, având coeficientul de rugozitate absolută, $k = 0,05 \text{ mm}$.

Valorile lungimilor echivalente l_e ale diferitelor rezistențe locale, pentru dimensionarea instalațiilor de gaze naturale de presiune joasă, calculate cu relația 6.4.17 sunt redată în tabelul 6.4.6.

Pentru instalații uzuale, din clădiri de locuit, lungimea de calcul se poate considera $L = (1,1 \dots 1,2) \cdot l$.

Cunoscând căderea de presiune disponibilă Δp_d pentru dimensionarea conductelor, se definește căderea de presiune unitară medie i_m :

$$i_m = \Delta p_d / 1,2 \cdot \Sigma l \quad (6.4.27)$$

în care Σl reprezintă lungimea totală a traseului principal al conductelor de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație, considerat de la punctul de ieșire a gazelor din regulatorul de presiune [m]; această lungime se măsoară cu 20 % pentru a se ține seama de pierderile de sarcină în rezistențele locale ale traseului respectiv.

Pentru determinarea diametrului

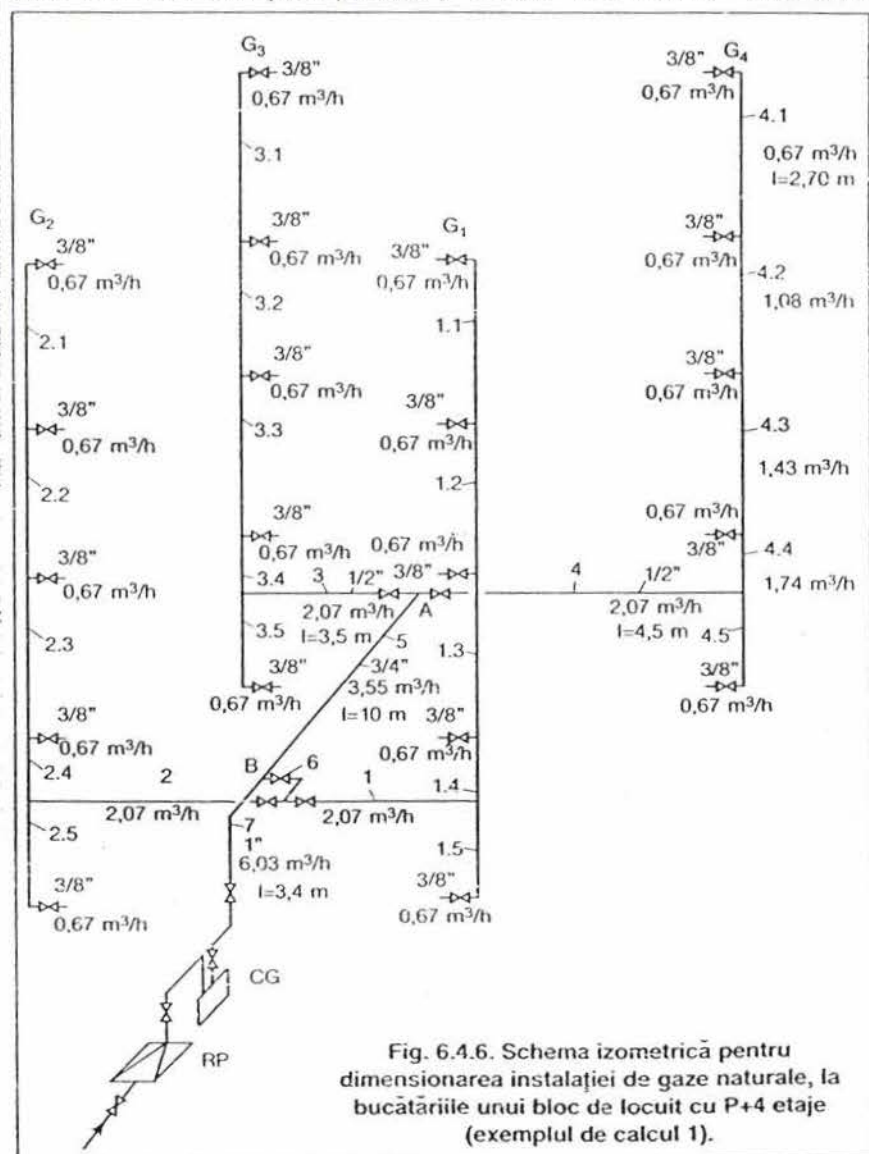


Fig. 6.4.6. Schema izometrică pentru dimensionarea instalației de gaze naturale, la bucătăriile unui bloc de locuit cu P+4 etaje (exemplu de calcul 1).

conduței de gaze de joasă presiune, se intră în tabelul 6.4.5 cu valoarea i_m dată de relația 6.4.27 și cu debitul de calcul Q_s [m³/h] în condiții standard și se determină diametrul D_j și pierderea de sarcină liniară (reală) i_j pe tronsonul de conductă j .

Pierderea totală de sarcină h_{tj} a gazului natural care circulă printr-un tronson de conductă de diametru D_j și a-

vând lungimea de calcul l_j este dată de relația:

$$h_{tj} = i_j L_j = i_j (l_j + l_{ej}) \quad [\text{mbar}] \quad (6.4.28)$$

Pentru traseul principal de alimentare cu gaze naturale combustibile a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație rezultă:

$$h_t = \sum_{j=1}^n h_{tj} = \sum_{j=1}^n i_j L_j \quad [\text{mbar}] \quad (6.4.29)$$

și se verifică dacă este îndeplinită con-

diția:

$$h_t \leq \Delta p_d \quad (6.4.30)$$

unde Δp_d este căderea de presiune disponibilă. Dacă nu se verifică condiția $h_t < \Delta p_d$ atunci diametrele anumitor tronsoane se corectează respectând condiția ca acestea să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele tronsoanelor precedente de la regulatorul de presiune spre ultimul punct consumator de gaze din clădire. Ramificațiile din traseul principal se dimensionează la presiunile disponibile din nodurile arcului.

Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația interioară de distribuție a gazelor cu presiune joasă dintr-un bloc de locuit cu bucătării, având parter și 4 etaje, cunoscând următoarele date:

- debitul nominal mediu de gaz natural pentru aparatele de utilizare din fiecare bucătărie se consideră $Q_n = 0,67 \text{ m}^3/\text{h}$;
- lungimile fizice ale tronsoanelor rețelei sunt indicate în schema izometrică a instalației (fig. 6.4.6);
- presiunea gazului la ieșirea din regulatorul de presiune este $P_1 = 25 \text{ mbar}$, iar presiunea nominală a oricărui aparat de utilizare instalat în bucătării este $P_2 = 20 \text{ mbar}$;
- căderea de presiune în contor este de: $\Delta p_c = 2,5 \text{ mbar}$.

Rezolvare. Se determină căderea de presiune admisibilă pentru dimensionarea conductelor

$$\Delta p_d = P_1 - (P_2 + \Delta p_c) = 25 - (20 + 2,5) = 2,5 \text{ mbar}$$

Întrucât punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (amplasat la ultimul nivel pe coloana G4, fig. 6.4.6) are înălțimea de 11,2 m față de cota de montare a regulatorului de presiune, se neglijează aportul forței ascensionale pentru dimensionarea coloanei montate.

Se determină căderea de presiune unitară medie i_m , aplicând relația 6.4.27: $i_m = 2,5/(1,2 \cdot 27) = 0,077$, în care $\Sigma l = 27,0 \text{ m}$ este lungimea fizică totală a traseului de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat, care este amplasat la ultimul nivel pe coloana G4.

Se întocmește tabelul 6.4.7 în care sunt ordonate toate calculele de dimensionare și de determinare a pierderilor de sarcină.

Debitul de calcul Q al fiecărui tronson s-a determinat cu relația 6.4.1 folosind tabelul 6.4.3. În funcție de Q și i_m din tabelul 6.4.5 s-au dedus: diametrul D și pierderea de sarcină unitară reală i .

Pentru determinarea lungimilor echi-

Tabelul 6.4.6. Lungimi echivalente ale rezistențelor locale pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile la presiune joasă, [m]

Diametrul D_n [in]; [cm]	Rezistența locală			
	Robinet cu cep	Vane	Coturi	Teuri în direcția derivației
3/8; 1,250	0,05	-	0,02	0,40
1/2; 1,575	0,06	-	0,05	0,60
3/4; 2,125	0,08	-	0,08	0,83
1; 2,700	0,11	-	0,12	1,08
1 1/4; 3,575	0,14	-	0,14	1,43
1 1/2; 4,125	0,17	-	0,26	1,68
2; 5,200	0,22	-	0,42	2,00
2 1/2; 5,680	-	0,32	0,65	2,80
3; 8,050	-	0,40	0,92	3,70
4; 10,550	-	0,50	1,45	5,00
5; 13,100	-	0,70	2,20	6,60
6; 15,600	-	0,80	2,80	8,40
8; 20,300	-	1,20	4,00	12,00
10; 25,300	-	1,50	5,40	16,00
12; 30,500	-	2,00	6,70	20,00
14; 35,300	-	2,50	8,00	25,00
15; 40,200	-	3,00	9,70	29,00
20; 50,200	-	4,00	12,60	39,00

Tabelul 6.4.7. Calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze de joasă presiune la o clădire de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul)

Nr. tronsonului	Q [m ³ /h]	Lungimea [m]			d [in]	i [mbar/m]	iL [mbar]	$h_t = \sum iL$ [mbar]
		fizică; l	echivalentă; le	totală; L				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseul principal (coloana G4)								
4.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
4.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
4.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
4.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5044
4	2,07	4,5	0,66	5,16	1/2	0,135	0,6966	1,2010
5	3,55	10,0	0,83	10,83	3/4	0,080	0,8664	2,0674
7	6,03	3,5	0,93	4,43	1	0,063	0,2790	2,3464
Coloana G3 (Tronsoanele 3.1 - 3) $H_{dispA} = 1,2010 \text{ mbar}$								
3.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
3.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
3.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
3.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5044
3	2,07	3,5	0,66	4,16	1/2	0,135	0,5616	1,0660
Coloana G1 (Tronsoanele 1.1 - 6) $H_{dispB} = 2,0674 \text{ mbar}$								
1.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
1.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
1.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3444
1.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5040
1	2,07	3,9	0,66	4,56	1/2	0,135	0,6156	1,1196
6	3,55	3,0	1,15	4,15	3/4	0,080	0,3320	1,4516
Coloana G2 (Tronsoanele 2.1 - 2) $H_{dispB} = 2,0674 - 0,332 = 1,7354 \text{ mbar}$								
2.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
2.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
2.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
2.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5040
2	2,07	4,1	0,66	4,76	1/2	0,135	0,6426	1,1466

Tabelul 6.4.5. Tabel pentru calculul conductelor de gaze de presiune joasă (Q , m³/s; $T = 288,15$ K; $\delta = 0,554$)

Tabelul 6.4.5. Tabel pentru calculul conductelor de gaze de presiune joasă (Q, m³s; T = 288,15 K; δ = 0,554)																
ΔH	D _i [cm]	1,25	1,575	2,125	2,70	3,57	4,12	5,25	6,80	8,05	10,4	10,55	13,1	13,6	15,2	15,6
mbar/m	D _n [in]	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	4	5	5	6	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,001	L A M I N A R	0,02	0,05	0,16	0,41	1,26	2,24	4,2	7,9	12,7	25,5	26,6	47,9	53,0	71,7	77,0
0,002		0,04	0,10	0,32	0,83	2,53	2,94	5,7	11,7	18,6	37,4	38,9	70,0	77,4	104,6	112,2
0,003		0,06	0,14	0,48	1,24	2,82	3,04	7,2	14,7	23,9	46,7	48,5	87,1	98,4	138,0	139,5
0,004		0,08	0,19	0,63	1,65	3,11	4,34	8,5	17,2	27,2	54,5	56,7	101,6	112,4	151,6	162,6
0,005		0,09	0,24	0,77	2,07	3,40	4,92	9,6	19,4	30,7	61,5	63,9	114,5	126,6	170,7	183,0
0,006		0,11	0,29	0,95	2,48	3,69	5,44	10,6	21,4	33,9	67,8	70,4	126,1	139,5	188,0	201,5
0,007		0,13	0,33	1,11	2,54	3,99	5,92	12,3	23,3	36,8	73,6	76,5	136,9	151,3	203,9	218,6
0,008		0,15	0,38	1,27	2,60	4,30	6,38	12,4	25,0	39,6	79,0	82,1	146,9	162,4	218,7	234,5
0,009		0,17	0,43	1,43	2,66	4,59	6,80	13,2	26,7	42,1	84,1	87,4	155,3	172,8	232,7	249,4
0,01		0,19	0,48	1,59	2,72	4,86	7,20	14,0	28,2	44,6	88,4	92,4	165,2	182,6	245,9	263,6
0,02		0,38	0,96	1,89	3,29	7,09	10,48	20,3	40,8	64,3	127,9	132,9	237,2	252,2	352,8	373,1
0,03		0,57	1,44	2,19	4,10	8,91	13,01	25,1	50,5	79,5	158,0	164,1	292,7	323,4	435,0	466,1
0,04		0,76	1,48	2,48	4,79	10,27	15,16	29,2	58,7	92,3	183,4	190,5	339,5	375,1	504,3	540,4
0,05		0,95	1,52	2,79	5,39	11,55	17,05	32,8	65,9	103,7	205,7	213,7	380,7	420,7	565,5	605,5
0,06		1,14	1,56	3,08	5,94	12,72	18,78	36,1	72,5	113,9	226,0	234,8	416,1	461,9	620,8	665,2
0,07		1,15	1,60	3,35	6,45	13,79	20,34	39,1	78,5	123,4	244,6	254,1	452,4	499,8	671,7	719,7
0,08	1,17	1,64	3,59	6,92	14,79	21,81	41,9	81,1	132,1	251,9	272,1	484,4	535,1	719,1	770,4	
0,09	1,19	1,68	3,82	7,36	15,73	23,19	44,6	89,3	140,4	278,2	289,1	514,4	568,2	763,6	818,1	
0,10	1,20	1,77	4,04	7,78	16,61	24,49	47,1	94,3	148,2	293,6	305,1	542,8	599,6	805,7	863,1	
0,12	1,23	1,96	4,45	8,56	18,28	26,92	51,7	103,6	162,7	322,3	334,8	595,5	656,0	884,0	947,0	
0,14	1,26	2,12	4,83	9,28	19,80	29,43	56,0	112,1	176,1	348,7	362,2	644,2	711,6	956,0	1024,2	
0,16	1,29	2,28	5,18	9,95	21,22	31,24	60,0	120,1	188,5	373,2	387,7	689,6	781,6	1023,0	1096,0	
0,18	1,32	2,42	5,51	10,58	22,55	33,20	63,7	127,5	200,2	396,3	411,7	732,0	808,5	1088,0	1168,4	
0,20	1,35	2,58	5,82	11,17	23,91	35,05	67,3	134,6	211,2	418,1	434,9	772,2	882,9	1145,6	1227,2	
0,22	1,43	2,69	6,12	11,74	25,01	36,61	70,6	141,3	221,8	438,8	455,9	810,4	895,1	1202,2	1287,9	
0,24	1,49	2,82	6,46	12,28	26,16	38,50	73,9	147,7	231,8	458,7	476,5	846,9	935,5	1258,3	1345,9	
0,26	1,56	2,94	6,67	12,80	27,26	40,11	76,9	153,8	241,4	477,7	496,2	892,0	974,2	1303,3	1409,5	
0,28	1,62	3,06	6,96	13,30	28,32	41,68	79,9	159,8	250,7	496,0	515,2	916,7	1014,4	1358,2	1455,0	
0,30	1,68	3,17	7,19	13,78	29,34	43,85	82,8	165,5	259,7	513,6	533,6	940,3	1047,3	1408,3	1506,8	
ΔH	D _i [cm]	20,3	20,7	25,3	25,9	30,5	30,8	35,3	35,9	40,2	40,6	50,2	50,6	60,0	60,4	
mbar/m	D _n [in]	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	20	20	24	24	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
0,001	T U R B U L E N T	157	165	284	302	468	481	692	724	979	1006	1770	1808	2843	2893	
0,002		228	240	411	438	577	695	1000	1046	1413	1451	2548	2603	4087	4160	
0,003		283	298	509	542	839	861	1237	1294	1747	1794	3149	3215	5046	5135	
0,004		329	347	593	631	975	1001	1438	1504	2030	2084	3655	3733	5856	5959	
0,005		370	390	666	709	1096	1124	1615	1689	2279	2340	4103	4190	6570	6686	
0,006		408	429	733	780	1205	1236	1775	1856	2505	2572	4507	4603	7216	7344	
0,007		442	465	794	845	1305	1339	1923	2011	2713	2785	4880	4983	7810	7948	
0,008		474	499	851	906	1399	1435	2060	2154	2906	2983	5226	5337	8364	8512	
0,009		504	531	905	963	1486	1526	2189	2289	3088	3170	5552	5670	8884	9041	
0,01		532	561	956	1017	1570	1611	2312	2417	3260	3346	5860	5984	9376	9542	
0,02		762	802	1362	1454	2242	2300	3299	3449	4649	4772	8350	8526	13350	13586	
0,03		938	988	1682	1790	2758	2830	4057	4242	5717	5868	10262	10479	16402	16691	
0,04		1087	1145	1948	2073	3194	3277	4697	4911	6617	6792	11875	12125	18975	19309	
0,05		1219	1284	2183	2323	3578	3671	5261	5500	7410	7606	13295	13576	21243	21617	
0,06		1338	1409	2395	2548	3925	4027	5771	6033	8127	8342	14580	14888	23393	23703	
0,07		1447	1524	2591	2756	4244	4355	6239	6523	8787	9019	15762	16094	25179	25622	
0,08		1549	1631	2772	2949	4541	4660	6676	6979	9401	9649	16862	17217	26934	27407	
0,09		1644	1731	2943	3131	4820	4940	7086	7407	9978	10241	17895	18272	28582	29085	
0,10		1734	1826	3104	3303	5084	5217	7473	7813	10523	10801	18872	19269	30141	30671	
0,12		1903	2003	3405	3600	5575	5721	8195	8567	11538	11842	20689	21125	33042	33623	
0,14	C O L E B R O O K	2057	2166	3881	3916	6027	6185	8858	9260	12471	12800	22361	22832	35709	36336	
0,16		2201	2318	3938	4189	6448	6616	9475	9905	13340	13691	23916	24420	38191	38863	
0,18		2336	2460	4179	4446	6842	7021	10055	10511	14155	14529	25378	25912	40523	41235	
0,20		2464	2595	4403	4689	7216	7405	10604	11085	14927	15321	26760	27323	42625	43479	
0,22		2586	2723	4625	4920	7571	7769	11125	11630	15661	16074	28074	28948	44825	45614	
0,24		2702	2845	4833	5141	7911	8117	11624	12151	16362	16794	29330	29948	47093	47920	
0,26		2813	2962	5032	5353	8236	8451	12102	12651	17035	17484	30335	31178	49016	49877	
0,28		2921	3075	5223	5557	8550	8773	12562	13132	17682	18149	31879	32594	50867	51760	
0,30		3024	3184	5408	5753	8852	9083	13006	13596	18307	18790	32997	33691	52652	53575	

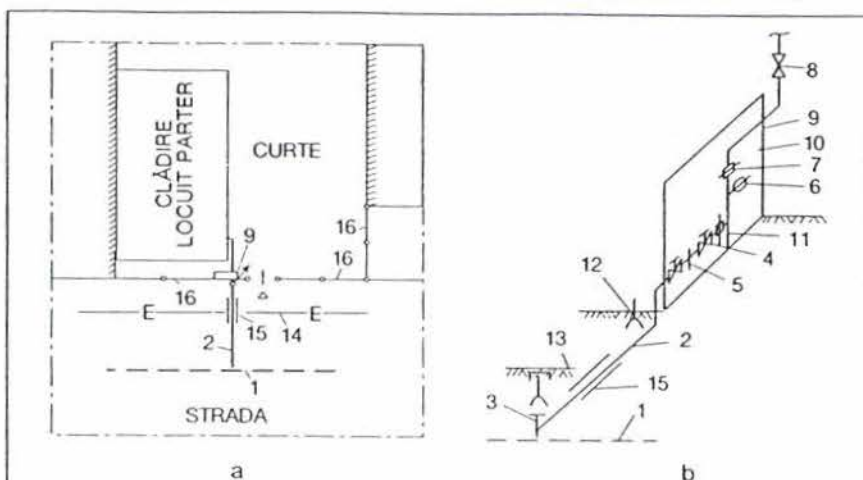


Fig. 6.5.1. Alimentarea cu gaze naturale a unei clădiri de locuit, de la o conductă de distribuție situată în dreptul proprietății:

a - plan; b - schemă;

1 - conductă de distribuție; 2 - conductă de branșament; 3 - teu branșament; 4 - robinet de branșament; 5 - niplu electroizolant; 6 - regulator de presiune; 7 - racord olandez; 8 - robinet de incendiu; 9 - firidă zidită; 10 - ușa firidei; 11 - teu; 12 - răsuflătoare; 13 - capac răsuflătoare; 14 - cablu electric; 15 - tub de protecție din PVC; 16 - împrejmuire.

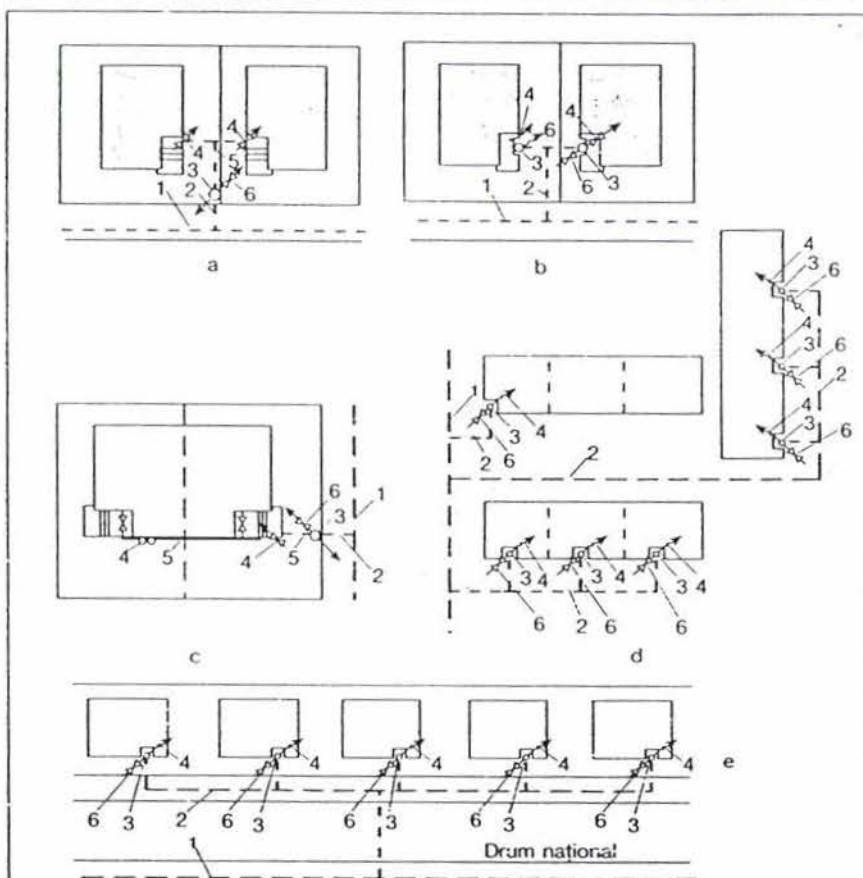


Fig. 6.5.3. Schema de principiu la alimentarea cu branșament comun sau ramificat:

a - imobile situate pe aceeași stradă, racordate la conductă de distribuție din strada pe care se află imobilele, cu regulator de presiune comun; b - idem, cu regulatoare de presiune separate; c - imobile care nu sunt situate pe aceeași stradă, dar care fac parte dintr-un singur corp de clădire; d - branșament ramificat la blocuri de locuințe cu mai multe scări; e - branșament ramificat pentru alimentarea mai multor imobile, cu o singură traversare a unui drum național;

1 - rețea de distribuție; 2 - branșament; 3 - post de reglare la cap de branșament; 4 - robinet de incendiu; 5 - instalație exterioră; 6 - robinet de branșament.

interioare la rețelele exterioare de gaze naturale combustibile

Alimentarea consumatorilor de gaze combustibile naturale din rețeaua exterioară de distribuție se realizează prin conducte de branșament.

Branșamentul reprezintă conducta de legătură, prin care circulă gaze naturale nemăsurate, de la sistemul de distribuție, până la ieșirea din robinetul de branșament, stația sau postul de reglare.

Pot fi alimentate cu gaze naturale numai imobilele situate pe străzi care au conductă de distribuție în dreptul proprietății (fig. 6.5.1).

Imobilele situate la intersecția străzilor pot fi alimentate cu gaze naturale din conducta situată pe oricare din străzile respective.

În situația străzilor sau drumurilor cu lățime mai mare de 12 m, poziția de amplasare a rețelilor de alimentare cu gaze se stabilește împreună cu unitatea de distribuție a gazelor naturale.

Fiecare clădire civilă sau grup de clădiri situate pe aceeași proprietate (incintă) poate fi alimentat printr-un singur branșament, indiferent de numărul străzilor cu care se mărginește (fig. 6.5.2).

Alimentarea consumatorilor cu gaze naturale combustibile se face prin:

- branșament separat pentru fiecare imobil;

- branșament comun pentru cel mult două imobile vecine, cu acordul furnizorului de gaze naturale, în următoarele cazuri:

- imobilele sunt situate pe aceeași stradă și au curțile alăturate (fig. 6.5.3a și b);

- imobilele nu sunt situate pe aceeași stradă dar fac parte dintr-un singur corp de clădire, au curte comună și intrare comună pe strada care are conductă de distribuție (fig. 6.5.3c). În acest caz, instalația exterioară de utilizare se execută

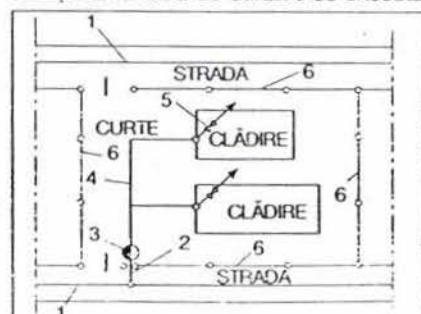


Fig. 6.5.2. Alimentarea cu gaze naturale a două clădiri din aceeași incintă delimitată de două străzi:

1 - rețea de distribuție; 2 - branșament; 3 - post de reglare la cap de branșament; 4 - instalație de gaze; 5 - robinet de incendiu; 6 - împrejmuire la limita de proprietate.

numai aparent, cu posibilități de acces rapid la robinetele de incendiu.

- sunt îndeplinite următoarele condiții tehnice (fig. 6.5.3d și e):

- bransamentul comun poate asigura debitul total și presiunea gazelor;
- regulatorul de presiune este corespunzător pentru debitul total;
- instalația exterioară de utilizare se poate executa aparent, cu posibilități de acces rapid la robinetele de incendiu.

În instalațiile de utilizare, fiecare clădire civilă sau hală industrială se alimentează cu gaze naturale din instalația exterioară:

- printr-un singur racord;
- prin două racorduri, numai în cazul halilor industriale mari cu puncte de consum concentrate la capete, dar fără interconectarea instalațiilor interioare (fig. 6.5.4).

Consumatorii industriali, blocurile de

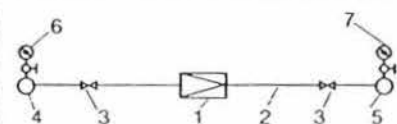


Fig 6.6.1. Panou de reglare a presiunii gazelor naturale:

- 1 - regulator de presiune;
- 2 - conductă; 3 - robinete;
- 4 - distribuitor; 5 - colector;
- 6 și 7 - manometre.

locuințe cu mai multe scări și obiectivele social-culturale pot fi alimentate prin mai multe bransamente cu condiția ca instalațiile interioare să nu se interconecteze. Soluția de alimentare prin mai multe bransamente se stabilește de proiectant, cu acordul unității de distribuție, în funcție de situația locală.

În localitățile și ansamblurile urbane în care rețeaua de distribuție nu urmărește rețeaua stradală, alimentarea imobilelor se face prin bransamente la conducta cea mai apropiată cu respectarea condițiilor de mai sus.

Traseul conductei de bransament sau racord se realizează:

- perpendicular pe conducta la care se leagă, cu excepția unor cazuri obligate, la care unghiul nu va fi mai mic de 60°;
- cu pantă către conducta la care se racordează.

Nu se admite bransament pe traseu în lungul străzii.

Conducta de bransament se pozează până la limita de proprietate a consumatorului. În cazul prezenței unei împrejurări, dacă este posibil, conducta subtraversează împrejurirea, iar răsuflătoarea se montează în trotuarul public.

Capătul conductei de bransament sau a racordului se amplasează în spații ușor accesibile și ventilate.

Este interzisă intrarea conductei din

firida de bransament sau de racord direct în interiorul construcției.

La capătul conductei de bransament din rețeaua de presiune joasă se montează: un robinet de trecere în poziție orizontală; o piesă electroizolantă, după robinetul de trecere; un dispozitiv (teu) de colectare a impurităților, după piesă electroizolantă.

La capătul conductei de bransament din rețeaua de presiune redusă se montează: două robinete de trecere în poziție orizontală; o piesă electroizolantă, între robinetele de trecere; un teu (picioruș) de colectare a impurităților, după robinetele de trecere; regulator de presiune; după caz, se pot monta până la patru regulatoare legate în paralel.

La bransamentele ramificate se montează și câte un robinet pe fiecare ramificație, înainte de intrarea în clădire.

La capătul conductei de racord se montează la exterior, în loc ușor accesibil, un robinet de incendiu marcat conform STAS 297. În cazul în care distanța între robinetul de la ieșirea din postul sau stația de reglare și poziția pentru robinetul de incendiu este sub 5 m, se poate renunța la robinetul de ieșire. Robinetele de incendiu plasate la înălțimea de peste 2 m se prevăd cu scară metalică fixă de acces și platformă de manevrare.

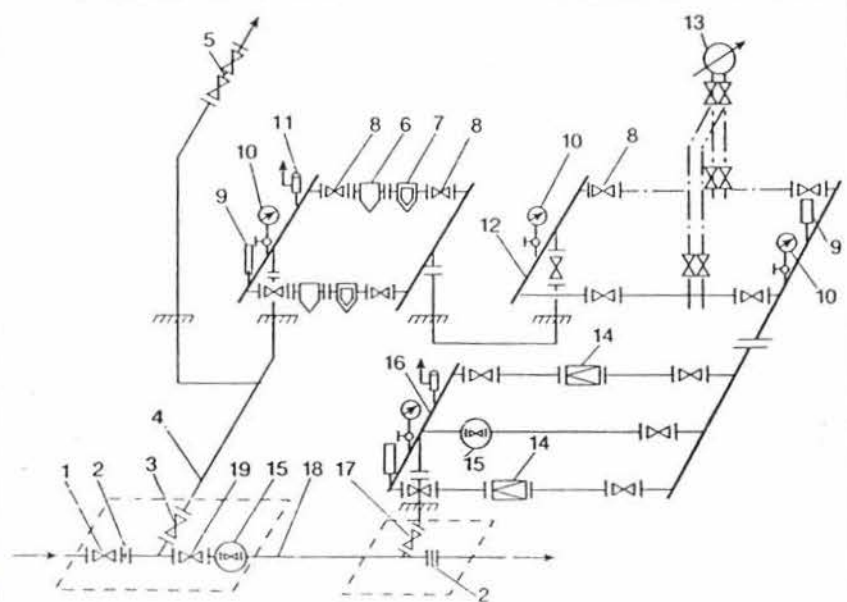


Fig 6.6.2. Schema stației de reglare-măsurare cu manometru diferențial înregistrator, cu o singură treaptă de reglare:

- 1 - robinet de izolare; 2 - îmbinare electroizolantă; 3 - robinet la intrarea în stație; 4 - conductă de intrare în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru;
- 11 - supapă de siguranță; 12 - distribuitor; 13 - manometru diferențial înregistrator; 14 - reductor (regulator) de presiune; 15 - robinet de laminare; 16 - colector;
- 17 - robinet la ieșirea din stație; 18 - conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare; 19 - robinet montat pe conducta de ocolire a stației.

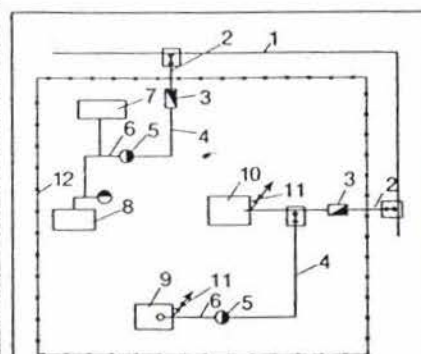


Fig. 6.5.4. Schema de principiu pentru alimentarea cu gaze naturale a halilor industriale, cu consumuri concentrate la capete:

- 1 - rețea de repartitie; 2 - bransament, presiune medie; 3 - stație de reglare-măsurare de la presiune medie la presiune redusă; 4 - instalație exterioară de presiune redusă; 5 - post de reglare de la presiune redusă la presiune joasă; 6 - instalație exterioară de presiune joasă; 7, 8, 9 - hale cu instalații de gaze de presiune joasă; 10 - hală cu instalație de gaze de presiune redusă; 11 - robinet de incendiu; 12 - împrejurire.

6.6. Stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

Ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasat într-o construcție separată, prin care se face reducerea și reglarea presiunii și eventual măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile, se numește stație de reglare-măsurare.

Stațiile de reglare pot fi alcătuite pentru a funcționa fie cu o singură treaptă de reglare a presiunii, fie cu 2 sau mai multe trepte de reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze.

Trecerea gazelor naturale combustibile de la o treaptă de presiune superioară la una inferioară se realizează prin intermediul reductoarelor de presiune, numite și reglatoare de presiune deoarece presiunea gazelor la ieșirea din aparat este redusă și reglată.

Stațiile de reducere-reglare a presiunii și măsurare a debitului pot fi:

- de sector, în care gazele trec din rețeaua de repartitie în rețeaua de distribuție;
- la consumator, în care gazele trec din sistemul de distribuție în instalațiile de utilizare a consumatorilor.

6.6.1. Stații cu o singură treaptă de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze naturale combustibile

Regulatorul pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor se montează pe o conductă între două robinete, racordată la un distribuitor și un colector; acest ansamblu poartă denumirea de panou de reglare (fig. 6.6.1). Presiunea p_1 a gazului la intrarea în panoul de reglare și în regulator se citește la manometrul montat pe distribuitor, iar presiunea reglată p_2 după trecerea gazelor prin regulator se citește la manometrul montat pe colector.

Stațiile de reglare cu o singură treaptă (fig. 6.6.2) pot fi echipate cu un singur panou de reglare, respectiv cu un singur regulator de presiune, dacă debitele de gaze nu prezintă variații mari în timp, sau cu două panouri de reglare în cazul debitelor variabile și anume: un panou de reglare pentru debite minime și medii de gaze consumate în perioada de vară și un panou pentru debite mari de gaze consumate în perioada de iarnă. Cele 2 panouri de reglare montate la același distribuitor, respectiv colector, și separate între ele printr-o conductă de ocolire pe care se montează un robinet cu ventil de laminare, cu acționare manuală, formează o treaptă de reglare.

Stația de reglare-măsurare cu o singură treaptă (fig. 6.6.2) este cuplată cu o instalație de filtrare a gazelor pentru a se evita blocarea regulatorului de către impurități. După filtrare, gazele intră în panoul de măsurare a debitului și în continuare, în treapta de reducere și

reglare a presiunii.

Pentru încălzirea gazelor naturale în perioada de iarnă, pentru debite mari de gaze se prevede în unele cazuri un schimbător de căldură, montat înaintea regulatorului.

În cazul depășirii presiunii de regim a

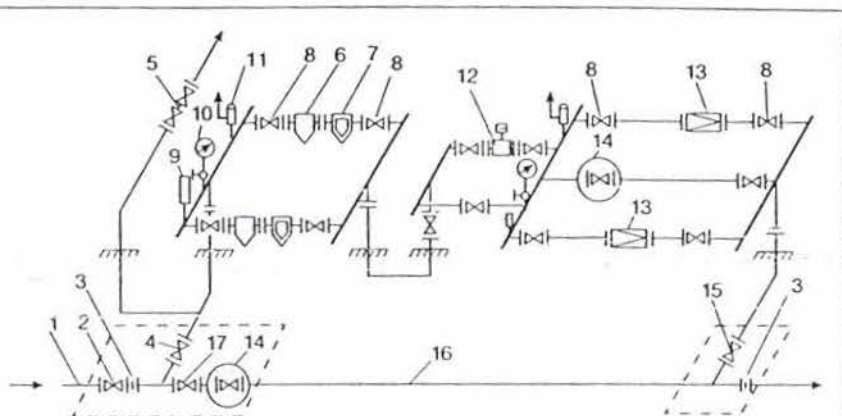


Fig. 6.6.3. Schema stației de reglare-măsurare cu contor cu turbină sau cu pistoane rotative, cu o singură treaptă de reglare (conținutul se poate monta și după treapta de reglare):

- 1 - conductă exterioră; 2 - robinet de izolare; 3 - îmbinare electroizolantă; 4 - robinet la intrarea în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru; 11 - supapă de siguranță; 12 - contor; 13 - regulator de presiune; 14 - robinet de laminare; 15 - robinet la ieșirea din stație; 16 - conductă de ocolire a stației; 17 - robinet montat pe conductă de ocolire a stației.

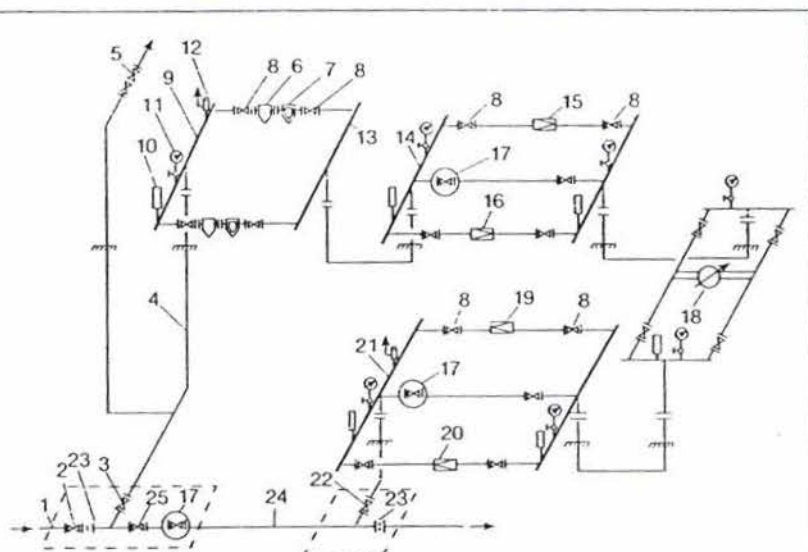


Fig. 6.6.4. Schema stației de reglare-măsurare cu manometru diferențial înregistrator, cu două trepte montate în serie, cu măsurarea între trepte:

- 1 - conductă exterioră; 2 - robinet de izolare; 3 - robinet la intrarea în stație; 4 - conductă de intrare în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - distribuitor; 10 - termometru; 11 - manometru; 12 - supapă de siguranță; 13 - colector; 14 - distribuitorul treptei de reglare; 15 - regulator de presiune pentru debite mici și medii (vara) montat în treapta I; 16 - regulator de presiune pentru debite maxime (iarna) montat în treapta I; 17 - robinet de laminare; 18 - manometru diferențial înregistrator; 19 - regulator de presiune pentru debite mici și medii (vara) montat în treapta a II-a; 20 - regulator de presiune pentru debite maxime (iarna) montat în treapta a II-a; 21 - colector; 22 - robinet la ieșirea din stație; 23 - îmbinare electroizolantă; 24 - conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare; 25 - robinet montat pe conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare.

gazelor naturale la intrarea în stația de reglare-măsurare, gazele în exces sunt evacuate printr-un refulator (fig. 6.6.2).

În perioadele de efectuare a reparațiilor curente sau a reviziilor tehnice periodice, gazele naturale trec printr-o conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare, prevăzută cu un robinet de laminare cu acționare manuală și cu robinet de închidere.

În figura 6.6.3 se prezintă schema stației de reglare-măsurare cu contor, cu turbină sau cu pistoane rotative, cu o singură treaptă de reglare. În această stație, contorul se poate monta și după treapta de reglare.

6.6.2. Stații cu două sau mai multe trepte de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

În instalațiile de utilizare a gazelor naturale sunt necesare diferite trepte de presiuni în funcție de caracteristicile agregatelor, arzătoarelor și aparatelor de utilizare folosite. În asemenea cazuri se prevăd stații cu două sau mai multe trepte de reducere și reglare a presiunii gazelor, treptele de reglare putând fi montate în serie (fig. 6.6.4) cu măsurarea între trepte, sau în paralel (fig. 6.6.5), cu măsurarea după reglarea presiunii.

6.6.3. Posturi pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile

Postul de reglare-măsurare cuprinde ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasat într-o firidă sau cabină sau direct pe agregate tehnologice, prin care se face reducerea și reglarea presiunii, precum și măsurarea debitelor de gaze naturale.

În figura 6.6.6 se prezintă diferite variante de echipare a posturilor de reglare-măsurare.

Pentru presiunea maximă de intrare a gazelor între 2 și 6 bar, posturile de reglare-măsurare se echipează cu regulator cu acționare indirectă și cu debitmetru pentru măsurarea debitului înainte de reducerea și reglarea presiunii (fig. 6.6.6a).

În instalațiile industriale se utilizează posturi cu două trepte de reducere și reglare a presiunii (fig. 6.6.6b) și anume: în prima treaptă se folosesc regulatoare de presiune cu acționare indirectă, iar în treapta a doua regulatoarele de presiune cu acționare directă (pentru debit mic).

Pentru debite mari de gaze naturale, se realizează posturi pentru reducerea și reglarea presiunii, cu cel mult 4 re-

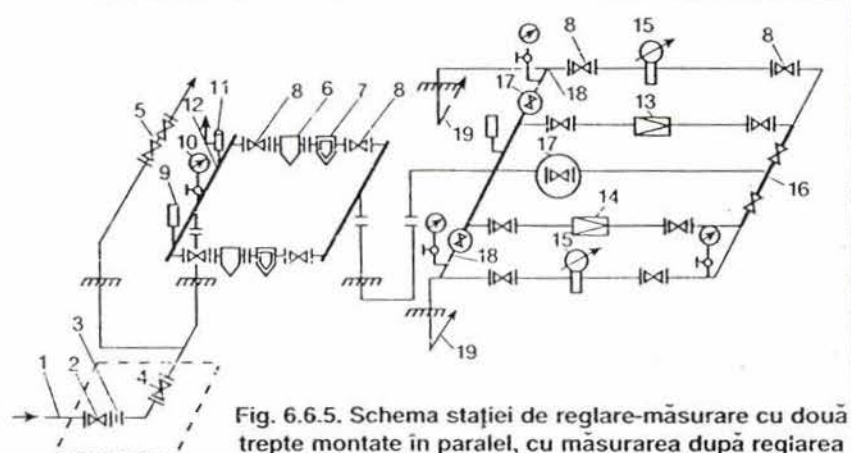


Fig. 6.6.5. Schema stației de reglare-măsurare cu două trepte montate în paralel, cu măsurarea după reglarea presiunii:

1 - conductă exterioră; 2 - robinet de izolare; 3 - imbinare electroizolantă; 4 - robinet la intrarea în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru; 11 - supapă de siguranță; 12 - distribuitor; 13 - regulator de presiune (treapta I); 14 - regulator de presiune (treapta a II-a); 15 - manometru diferențial înregistrator; 16 - colector; 17 - robinet de laminare; 18 - conductă de ocolire a stației; 19 - conductă de ieșire a gazelor din stația de reglare-măsurare.

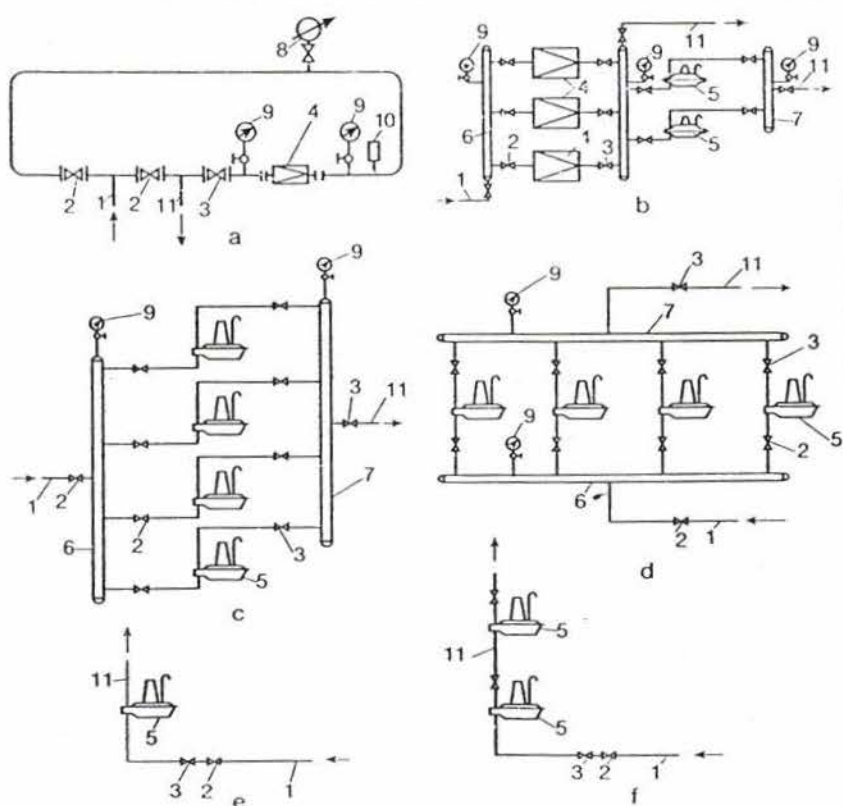


Fig. 6.6.6. Schemele posturilor pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale:

a - cu o treaptă de reglare și cu măsurarea debitului înainte de reducerea și reglarea presiunii; b - cu două trepte de reglare: treapta I, cu regulatoare cu acționare indirectă; treapta a II-a, cu regulatoare cu acționare directă; c - cu regulatoare de acționare directă montate pe linie verticală; d - cu regulatoare cu acționare directă; e - cu un singur regulator cu acționare directă; f - cu două regulatoare cu acționare directă (tip II), montate în serie;

1 - conductă de intrare a gazelor; 2 și 3 - robinete; 4 - regulator de presiune, de la presiune medie la presiune redusă; 5 - regulator de presiune, de la presiune redusă la presiune joasă; 6 - distribuitor; 7 - colector; 8 - debitmetru; 9 - manometru; 10 - termometru; 11 - conductă de ieșire a gazelor.

gulatoare cu acționare directă, montate pe linie verticală (fig. 6.6.6c) sau orizontală (fig. 6.6.6d).

Pentru debite mici, postul pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile cuprinde un singur regulator de presiune, cu acționare directă (fig. 6.6.6e). În cazul în care presiunea maximă de intrare a gazelor variază între 0,2 și 2,0 bar, se pot monta în serie două regulatoare cu acționare directă (fig. 6.6.6f).

Amplasarea reguletoarelor pe utilaje se face în următoarele condiții:

- încăperile în care se montează să fie bine ventilate;
 - reguletoarele să fie de construcție etanșă;
 - evacuarea eventualelor scăpări de la dispozitivul de siguranță să se facă direct în exterior deasupra acoperișului clădirii, astfel încât să se evite pătrunderea gazelor în interiorul acesteia.
- Posturile de reglare, de regulă, nu se prevăd cu ocolitor. Pentru clădiri cu importanță deosebită, unitatea distribuitoare poate aproba ocolitor interior la posturi de reglare, numai în cazuri bine justificate. Pe fiecare ocolitor se montează câte două robinete de trecere și o priză pentru manometru. Robinetele de trecere de pe ocolitoare se

sigilează de către unitatea de distribuție, în poziția închis.

6.6.4 Construcții pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

Construcțiile pentru stațiile de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze pot fi independente sau alipite altor construcții și se amplasează supratean, cât mai aproape de limita de proprietate a consumatorului, la distanțele de siguranță pentru prevenirea și stingerea incendiilor asigurându-se accesul direct și permanent al personalului unității distribuitoare.

Posturile de reducere și reglare a presiunii pentru presiunea maximă de intrare a gazelor de 0,2...2 bar se pot monta în cabine sau firdi, în locuri ușor accesibile, alipite unui perete exterior al clădirii dotată cu instalație de gaze sau unui gard stabil realizat din cărămidă sau beton.

Posturile de reglare pentru presiunea maximă de intrare a gazelor între 2,0 și 6,0 bar se pot monta și în cabine aerisite, alipite clădirilor alimentate, în locuri ușor accesibile, în cazul în care clădirile respective nu au goluri (uși, ferestre etc.) pe o înălțime de cel puțin 8,0 m și pe o distanță care să depășească cabina cu câte 5,0 m în ambele sensuri.

Posturile de reglare nu se amplasează pe căile de evacuare în clădiri cu aglomerări de persoane, sub ferestrele clădirilor și în locuri neventilate.

În caz excepțional, în care nu sunt condiții tehnice și pentru postul de reglare există spațiu de amplasare numai sub fereastră, se vor realiza următoarele măsuri:

- țeava de evacuare a reguletoarelor de presiune se prelungește, astfel încât să se evite pătrunderea gazelor în interiorul clădirii;
- axul de manevră al robinetelor postului de reglare se etanșează perfect.

Construcțiile pentru stațiile și postu-

rile de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze se realizează din materiale incombustibile, fără pod și cu uși metalice care se deschid spre exterior. Pardoseala stațiilor se execută din beton și se acoperă cu un strat izolator pentru a nu produce scântei la lovire.

Pentru a evita pericolul de incendiu, stațiile de reglare sunt iluminate natural, prin ferestre; în cazuri speciale se admite iluminatul artificial din exterior.

Instalațiile care se montează în stațiile de reglare se vor proteja împotriva descărcărilor electrice (conform Normativului I 20).

6.7. Rețele exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.1. Soluții constructive și scheme pentru rețelele exterioare de gaze naturale combustibile

Rețelele exterioare sunt o parte componentă a sistemului de distribuție a gazelor naturale (fig. 6.7.1) care este constituit din ansamblul de conducte, aparate, armături și accesorii ce preia gazele de la stațiile de predare și le transportă până la robinetele de branșament ale consumatorilor racordați la rețeaua de presiune joasă, respectiv până la ieșirea din stațiile (posturile) de reglare a presiunii gazelor montate la capetele bransamentelor.

Rețelele exterioare de distribuție a gazelor naturale sunt alcătuite din următoarele tipuri de rețele (fig. 6.7.1):

- rețeaua de repartiție, care preia gazele de la treapta de presiune medie (2...6 bar) de la stațiile de predare și le transportă în interiorul zonelor locuite sau ale platformelor industriale, până la stațiile de reducere și reglare a presiunii gazelor;
- rețeaua de distribuție, care preia gazele de la treapta de presiune redusă (0,2 ...2 bar) de la stațiile de reglare de sector și le transportă până la bransa-

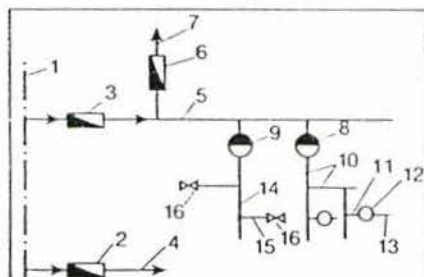


Fig. 6.7.1. Schema de principiu a unui sistem de alimentare cu gaze naturale combustibile:

- 1 - conductă de transport (conductă magistrală);
- 2 - stație de predare la consumator industrial important;
- 3 - stație de predare pentru alimentarea cu gaze a localității;
- 4 - instalații industriale de utilizare a gazelor naturale combustibile;
- 5 - rețea de repartiție (presiune medie);
- 6 - stație de reglare la consumatori industriali;
- 7 - instalație de utilizare industrială a gazelor naturale;
- 8 - stație de reglare de sector (reducerea presiunii gazelor de la presiune medie la presiune redusă);
- 9 - stație de reglare de sector (reducerea presiunii gazelor de la presiune medie la presiune joasă);
- 10 - rețea de distribuție (presiune redusă);
- 11 - bransamente;
- 12 - post de reglare a presiunii;
- 13 - instalație de utilizare (presiune joasă);
- 14 - rețea de distribuție;
- 15 - bransament;
- 16 - robinet de bransament.

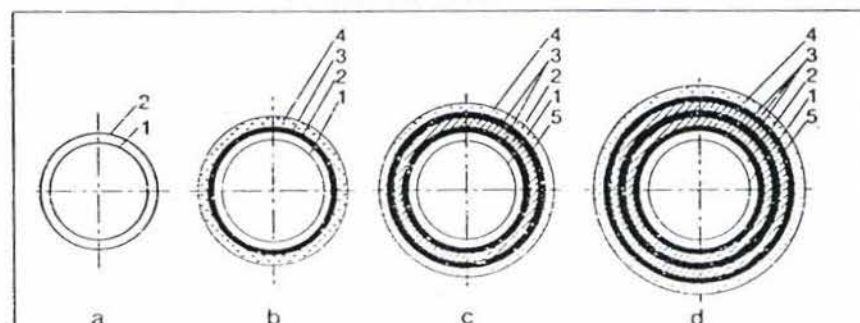


Fig. 6.7.2. Tipuri de izolație anticorozivă:

a - ușoară; b - normală; c - întărită; d - foarte întărită;

- 1 - conductă de gaze;
- 2 - grund;
- 3 - strat de izolație din bitum;
- 4 - înfășurare exterioră de protecție;
- 5 - înfășurare de armare (insertie).

mentele consumatorilor din clădirile de locuit, social-culturale sau industriale;

Rețelele exterioare de distribuție a gazelor naturale pot fi ramificate sau inelare, în al doilea caz putând fi alimentate prin 2 sau mai multe puncte, pentru a fi posibilă localizarea și înlăturarea eventualelor defecte (accidentale) în exploatare, fără întreruperea funcționării rețelei.

6.7.2. Protecția anticorrosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.2.1 Cauzele care provoacă coroziunea conductelor metalice pentru transportul și distribuția gazelor naturale combustibile

Coroziunea este un fenomen de distrugere a metalelor datorită unor procese chimice, electrochimice sau microbiologice care se produc sub acțiunea mediului înconjurător. În instalațiile de gaze, pagubele provocate de coroziune constau în: pierderi de metal; perforarea conductelor și deci scăpări de gaze cu pericole de incendiu, explozii, asfixieri; cheltuieli pentru repararea sau înlocuirea conductelor; dereglări în sistemul de alimentare cu gaze, în special, pentru consumatorii industriali.

Coroziunea conductelor metalice poate fi interioară sau exterioară.

Coroziunea interioară este de mai mică importanță decât cea exterioară și poate fi combătută fie prin practicarea unor căptușeli (straturi) protectoare depuse pe suprafața interioară a conductei, prin termomodifuzie, sau prin procedee electrochimice, fie prin introducerea în curentul de gaz a unor inhibitori de coroziune.

Coroziunea exterioară a conductelor îngropate în sol poate fi:

- chimică datorită acțiunii unor acizi, săruri etc., existente în sol, asupra me-

talului conductei;

- electrochimică datorită formării unor cupluri galvanice între două metale diferite din care unul mai puțin oxidat (conducta de gaze) este anod (polul pozitiv), celălalt puternic oxidat, este catod (polul negativ), iar electrolitul este solul; în acest caz se produce un transport de electroni de la metalul conductei care oxidează, la metalul care are rolul de catod;

- prin curenți electrici care circulă prin sol - „curenți Foucault” - datorită surselor exterioare de curent cum sunt: sistemele de tracțiune electrică prin curent continuu, rețelele de distribuție a energiei electrice cu firul neutru pus la pământ etc.;

- microbiologică, provocată de acțiunea unor microorganisme (bacterii) anaerobe, care transformă sulfatii în hidrogenul sulfurat care difuzează și produce precipitarea sulfatului de fier, metalul conductei corodându-se.

6.7.2.2 Măsurile de protecție anticorrosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile

Principalele măsuri de protecție anticorrosivă a conductelor exterioare sunt: izolarea cu înveliș exterior protector; imbinările electroizolante ale conductelor; protecția catodică.

a. Izolarea cu înveliș exterior protector (protecția de bază, fig. 6.7.2) se realizează cu următoarele materiale:

- pentru aderență: grund (citom) care este o vopsea din bitum și benzină ce se aplică pe suprafața metalică exterioară a conductei;
- pentru izolare: bitum, amestecuri pe bază de bitum sau bitumuri plastificate;
- pentru armarea izolației (insertii): benzi de păsă din fibre de sticlă ancolate; ancolantul utilizat putând fi rășina ureoformaldehidică (urelit), poliacetat de vinil (PAV), amidonul, sărurile de

crom etc.;

- pentru învelișul exterior protector: benzi de bitum-cauciuc, materiale plastice, fire sau fibre de sticlă etc.;

pentru protecția împotriva radiației solare a conductelor montate aerian sau care urmează a fi montate subteran, dar sunt manipulate în perioada de vară, se utilizează lapte de var.

b. Imbinările electroizolante ale conductelor (fig. 6.7.3) îndeplinesc rolul de:

- separare din punct de vedere electric a două porțiuni diferite de conducte de gaze naturale montate subteran, care ar putea forma un element galvanic, electrolit fiind solul;
- asigurarea izolării unei conducte (sau rețea de conducte) protejată catodic de alte conducte neprotejate;
- separarea din punct de vedere electric a conductelor de gaze prevăzute cu sisteme de protecție anticorrosivă diferite.

Imbinările electroizolante se montează în următoarele puncte caracteristice ale instalațiilor de gaze:

- la intrarea și ieșirea conductelor din stațiile de reglare a presiunii gazelor;
- pe conductele de bransament;

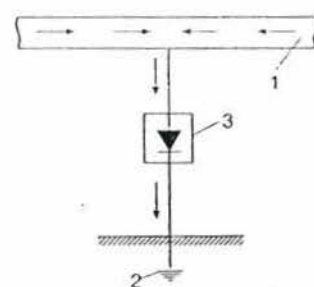


Fig. 6.7.4. Protecție catodică - clasică:
1 - conductă protejată (catod);
2 - priză de pământ (anod);
3 - redresor.

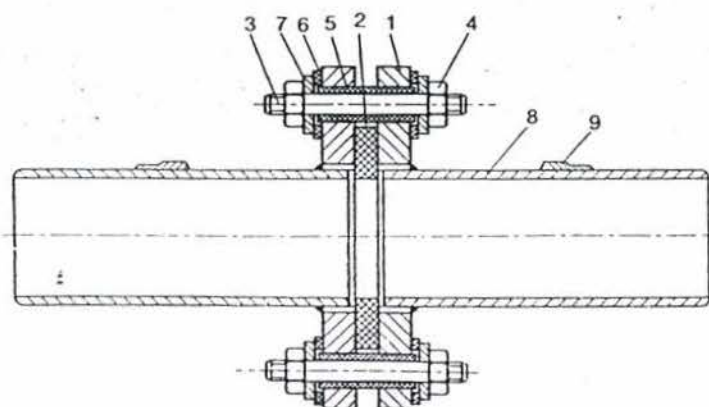


Fig. 6.7.3. Imbinare electroizolantă:

1 - flanșă; 2 - garnitura de etanșare; 3 - șurub; 4 - piuliță; 5 - manșon electroizolant; 6 - rondelă electroizolantă; 7 - șaibă; 8 - stuț din țevă; 9 - papucul prizei de potențial.

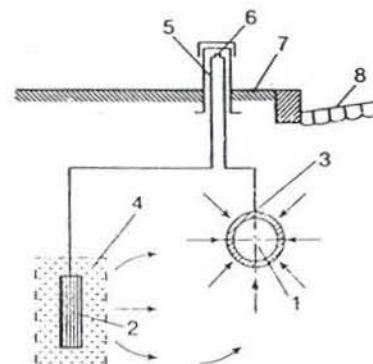


Fig. 6.7.5. Protecție anticorrosivă prin anodi solubili:

1 - conductă de gaze; 2 - anod;
3 - legătură la conductă; 4 - regulator de coroziune; 5 - bornă anod;
6 - punct de conexiune; 7 - trotuar;
8 - parte carosabilă.

- la intrarea în regulatorul de presiune sau în instalațiile de utilizare a gazelor combustibile naturale.

c. **Protecția catodică** constă în aducerea și menținerea potențialului metalului conductei la valoarea potențialului corespunzător zonei de pasivitate, zonă în care acesta devine imun la coroziune; pentru fier, potențialul maxim de protecție este 0,85 V, iar cel minim de 1,20 V, determinate în raport cu electrodul $\text{Cu-SO}_4\text{Cu}$.

Protecția catodică în absența curenților vagabonzi se poate realiza:

- prin absorbție de curent utilizând o sursă exterioară de curent continuu (generator, baterie sau redresor alimentat de la rețea) având legată la catod conducta, iar la anod (deversor) un material de sacrificiu (fig. 6.7.4);

- prin anodi solubili sau reactivi (fig. 6.7.5) în care conducta este catodul, iar anodul un material electronegativ față de metalul conductei, electrolitul fiind solul.

Protecția catodică în prezența curenților vagabonzi se poate realiza prin

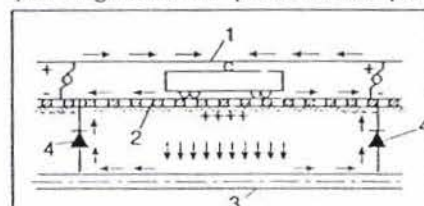


Fig. 6.7.6. Protecție anticorrosivă prin drenaj de curent:

1 - linie electrică aeriană; 2 - cale ferată electrică; 3 - conductă de gaze (electronegativă pe toată lungimea, în raport cu solul); 4 - post de drenaj polarizat.

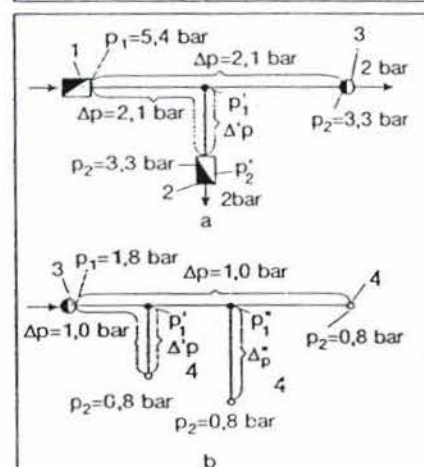


Fig. 6.7.7. Căderi de presiune în rețele de gaze combustibile naturale:

a - rețele de presiune medie;
b - rețele de presiune redusă;
1 - stație de predare; 2 - stație de reglare la consumator important;
3 - stație de reglare de sector;
4 - post de reglare.

drenaj electric (fig. 6.7.6) care poate fi simplu sau polarizat și constă în reducerea artificială a potențialului conductei printr-un conductor metallic de legătură (de drenaj) între zona anodică a conductei (de ieșire a curenților Foucault) și un punct de potențial scăzut al conductorului căii de tracțiune pus la pământ. În absența conductorului de legătură, curentul trece de la conductă, prin sol, la șină prin conductivitate ionică (cu deplasare de material prin corodarea conductei); prin conductorul de drenaj curentul se reîntoarce la șină fără transport de material. Drenajul electric simplu se folosește în curent continuu, iar cel polarizat atunci când este posibilă inversarea în timp a curentului drenat, inversare care este evitată prin intercalarea în circuitul de drenaj a unor celule redresoare sau relee electromagnetice de polarizare.

Protecția catodică aplicată conductelor de gaze montate subteran se verifică periodic pentru a i se constata

starea în care se află și eficacitatea.

6.7.3. Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile

Debitele de calcul se stabilesc pe baza avizelor organelor în drept, ținând seamă de următoarele:

- pentru rețeaua de repartitie și pentru ramurile principale ale rețelei de distribuție se ia în considerare consumul de gaze pentru o etapă de perspectivă (minimum 20 ani) ținând seama de dezvoltarea în viitor a zonelor servite, eventuale modificări ale regimului de înălțime și ale densității construcțiilor existente, de schimbările amplasamentelor unor consumatori importanți. Pentru traseele de interconectare se consideră și debitul de avarie al

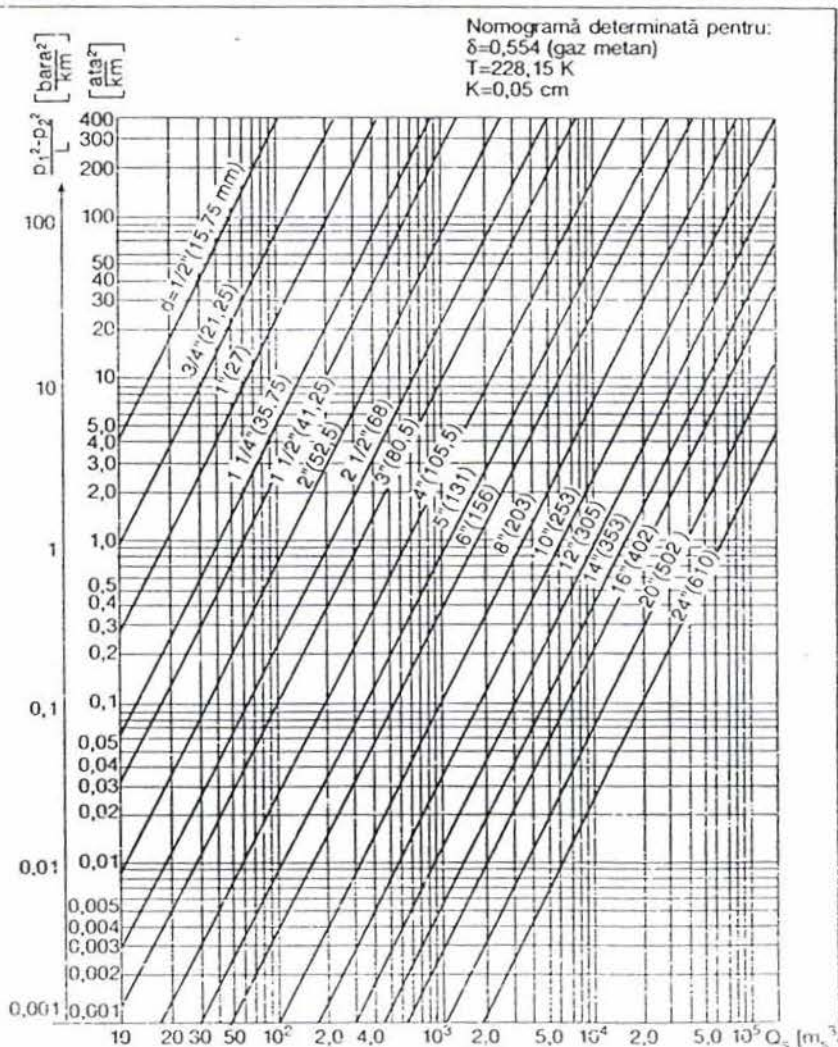


Fig. 6.7.8. Nomogramă pentru calculul conductelor cu țevi din oțel, pentru distribuția gazelor naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presiune medie sau redusă)

sectoarelor vecine. Dimensionarea rețelei de repartitie trebuie să asigure, în caz de defectare a uneia din stațiile de predare, în orice punct al rețelei 50 % din debitul de calcul;

- pentru ramurile secundare ale rețelei de distribuție se consideră debitul instalat al aparatelor de utilizare existente și al acelor ce pot fi instalate în viitorii 10 ani, ținând seama de realizarea de noi construcții în zonă și de schimbarea destinației unor construcții;
- pentru bransamentele și instalațiile de utilizare a agenților economici, societăților și instituțiilor social-culturale, se prevede debitul instalat existent și debitul ce poate fi instalat în următorii 5 ani, ținând seama de schimbarea tehnologiilor sau proceselor de utilizare precum și de creșterea eficienței sau randamentului aparatelor de utilizare.

6.7.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de gaze naturale de joasă presiune

La rețelele cuprinse între regatoare cel dinspre treapta superioară și cel către treapta inferioară, pentru dimensionarea conductelor, căderea de presiune disponibilă Δp se stabilește ca

diferența între presiunea minimă asigurată la ieșirea din primul regulator p_1 și presiunea minimă necesară celui de al doilea regulator p_2 , pentru a asigura nivelul maxim de presiune al treptei inferioare. Presiunea disponibilă p_1 , după primul regulator, se stabilește scăzând, din presiunea nominală de ieșire, abateră maximă indicată în standardul de fabricație al aparatului. Presiunea p_2 , înainte de al doilea regulator, se stabilește, adăugând la presiunea nominală, în aval de regulator, căderea de presiune prescrisă prin standardul de fabricație, pentru a asigura funcționarea corectă a regulatorului. Presiunea p_2 , astfel găsită, se majorează cu 10 %, pentru compensarea unor factori imprevizibili.

În cazul asigurării presiunilor maxime la ieșirea din regulator, căderile de presiune Δp vor avea următoarele valori maxime:

- pentru rețele de presiune medie $\Delta p = 2,1$ bar între $p_1 = 5,4$ bar și $p_2 = 3,3$ bar (fig. 6.7.7);
- pentru rețele de presiune redusă având la capăt regatoare cu acționare directă (de debit mic) $\Delta p = 1,0$ bar între $p_1 = 1,8$ bar și $p_2 = 0,8$ bar.

Pentru ramificații și bransamente,

căderea de presiune Δp se stabilește ca diferența între presiunea disponibilă în punctul de racord p_1 și presiunea necesară înaintea regulatorului de la capătul bransamentului p_2 .

Pentru rețelele de distribuție existente, presiunea disponibilă p_1 se indică de către întreprinderea de distribuție a gazelor, la cererea beneficiarului sau a proiectantului.

6.7.3.3 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile (presiune medie sau redusă)

a. *Calculul debitului de gaze și determinarea diametrului conductei.* Pentru starea de referință normală, debitul de gaz compresibil în curgere permanentă, este dat de relația 6.4.21:

$$Q_N = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{T_N}{1,293 \rho_N}} \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.7.1)$$

Debitul de gaz, la starea de referință standard este:

$$Q_s = \frac{T_s}{T_N} Q_N \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.7.2)$$

Exprimând presiunile absolute p_1 și p_2 la capetele tronsonului de calcul $[\text{MN}/\text{m}^2]$, diametrul interior D al conductei $[\text{cm}]$, lungimea tronsonului de calcul L $[\text{km}]$ și temperatura absolută a gazelor $[\text{K}]$, debitul de gaze se determină cu relația:

$$Q_s = 42,24 \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6.7.3)$$

Din relația 6.7.3 se deduce:

$$D = 0,224 \sqrt[5]{\frac{\lambda L T \delta}{p_1^2 - p_2^2} \cdot Q_s^2} \quad [\text{cm}] \quad (6.7.4)$$

Pentru dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presiune medie sau redusă), se folosesc nomogramele din figura 6.7.8 pentru conducte cu țevi din oțel și respectiv, din figura 6.7.9 pentru țevi din polietilenă.

Diametrele minime admise pentru conductele subterane sunt: pentru conducte de distribuție, 3"; pentru bransamente și instalații de utilizare, 1".

b. *Variația presiunii în lungul unui tronson de conductă.* În curgerea permanentă are loc destinderea izotermă a gazului în conductă, astfel încât, considerând T , λ și δ constante și notând:

$$K = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{T_N}{\rho_N \rho_{\text{gas}} \lambda T \delta}} \quad (6.7.5)$$

formula debitului devine:

$$Q_N = K \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) \cdot D^5}{L}} \quad (6.7.6)$$

și aplicând-o între secțiunile 1 și x, respectiv x și 2 (fig. 6.4.5,a) se obține:

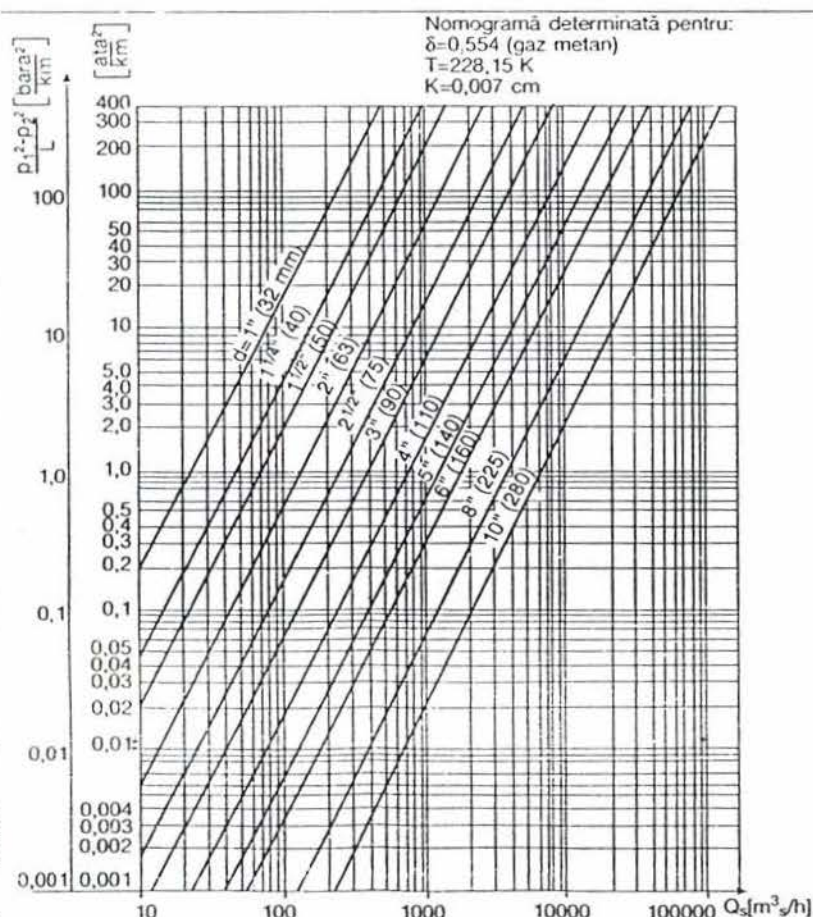


Fig. 6.7.9. Nomogramă pentru calculul conductelor cu țevi din polietilenă, pentru distribuția gazelor naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presiune medie sau redusă).

$$Q_R = K \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) D^5}{x}} = K \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2) D^5}{L - x}} \quad (6.7.7)$$

din care rezultă presiunea p_x în secțiunea x :

$$p_x = \sqrt{p_1^2 - (p_1^2 - p_2^2) \frac{x}{L}} \quad (6.7.8)$$

Relația 6.7.8 exprimă variația parabolică a presiunii gazului în regim de curgere permanentă cu volum variabil (fig. 6.4.5a).

c. Presiunea medie p_m a gazului între două secțiuni ale unui tronson de conductă. Presiunea medie a gazului compresibil în regim de curgere permanentă, cu destindere izotermă, este:

$$p_m = \frac{1}{L} \int_0^L p_x dx = \frac{1}{L} \int_0^L \sqrt{p_1^2 - (p_1^2 - p_2^2) \frac{x}{L}} dx \quad (6.7.9)$$

$$dx = \frac{2}{3} \left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2} \right) \dots$$

d. Viteza medie v_m a gazului, în regim de curgere permanentă, cu destindere izotermă. Se aplică legea transformării izoterme, considerând starea de referință normală fizică și o stare oarecare a gazului:

$$p_N Q_N = p_m Q_m \quad (6.7.10)$$

în care Q_m este debitul mediu la presiunea medie p_m , calculat cu viteza medie, v_m , a gazului:

$$Q_m = \frac{\pi D^2}{4} v_m \quad (6.7.11)$$

Înlocuind relația 6.7.11 în relația 6.7.10 rezultă:

$$v_m = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p_N}{p_m} \cdot \frac{Q_N}{D^2} \quad (6.7.12)$$

în care, se înlocuiește presiunea medie p_m , dată de relația 6.7.9 și se obține:

$$v_m = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p_N}{D^2} \cdot \frac{Q_N}{\left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2} \right)} \quad (6.7.13)$$

În relația 6.7.13 se consideră: debitul Q_N [m^3/h]; diametrul D [cm]; presiunile p_1 și p_2 [bar] și se obține:

$$v_m = \frac{5,376 \cdot Q_N}{D^2 \left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2} \right)} \quad [m/s] \quad (6.7.14)$$

Conductele instalațiilor supratere și subterane se dimensionează astfel încât vitezele gazelor în conducte să nu depășească 20 m/s pentru conducte supratere și 60 m/s pentru conducte subterane.

Panourile, colectoarele și conductele de ocolire ale claviaturilor de reglare și măsurare din stații și posturi de reglare se dimensionează astfel încât vitezele gazelor în conducte să nu depășească 60 m/s pentru stațiile racordate direct la conducta de transport și 40 m/s pentru stațiile racordate la sistemele de distribuție.

6.8. Tehnologia de executare și montare a instalațiilor de gaze naturale combustibile

6.8.1. Tehnologii de montare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

6.8.1.1 Montarea contoarelor de gaze naturale combustibile

Contorul volumetric se montează pe

o plăcuță din fontă de dimensiuni standardizate care asigură etanșeitatea îmbinării și îl protejează de eforturi. La intrarea gazului în contor se montează un robinet de contor. Înălțimea de montare (1,5...2 m de la pardoseală) trebuie să asigure citirea indicatorului și protejerea contorului de lovituri, în timpul exploatarei.

6.8.1.2 Montarea coloanei de alimentare cu gaze naturale combustibile a instalației interioare

Coloana montantă a instalației interioare se execută aparent, utilizând țevi din oțel negre. Acestea se îmbină fie prin fittinguri (îmbinări filetate) (fig. 6.8.1) fie prin sudură (pentru conductele având dimensiuni mai mari de 3/4").

6.8.1.3 Montarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile

Conductele se montează aparent și se fixează pe pereți cu brățări metalice. Distanța maximă dintre două brățări este de 2 m. La traversarea pereților sau planșelor, conductele de gaze se introduc în tuburi de protecție, care au diametrul interior cu 5...10 mm mai mare decât diametrul exterior al conductei protejate. Acolo unde este cazul, la ocolirea grinzilor (fig. 6.8.2) se montează dopuri pentru descărcarea condensatului immagazinat în timpul funcționării, înșurubate în teuri montate pe conducta de gaze.

Pe traseele comune, conductele de gaze se așează deasupra celor de alimentare cu apă.

Robinetele de închidere cu cep se verifică, se șlefuieste cepul și se probează înainte de montare în instalație.

6.8.1.4 Montarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare

Arzătoarele și aparatele de utilizare se racordează cu legături rigide la instalație; excepție fac aparatele cu flacără liberă cu un consum mai mic de 0,5 m^3/h , la care sunt permise legături cu furtun din cauciuc de tip standardizat, de maximum 1,1 m lungime.

Fiecare aparat de utilizare este prevăzut cu două robinete de închidere cu cep, unul de manevră și unul de

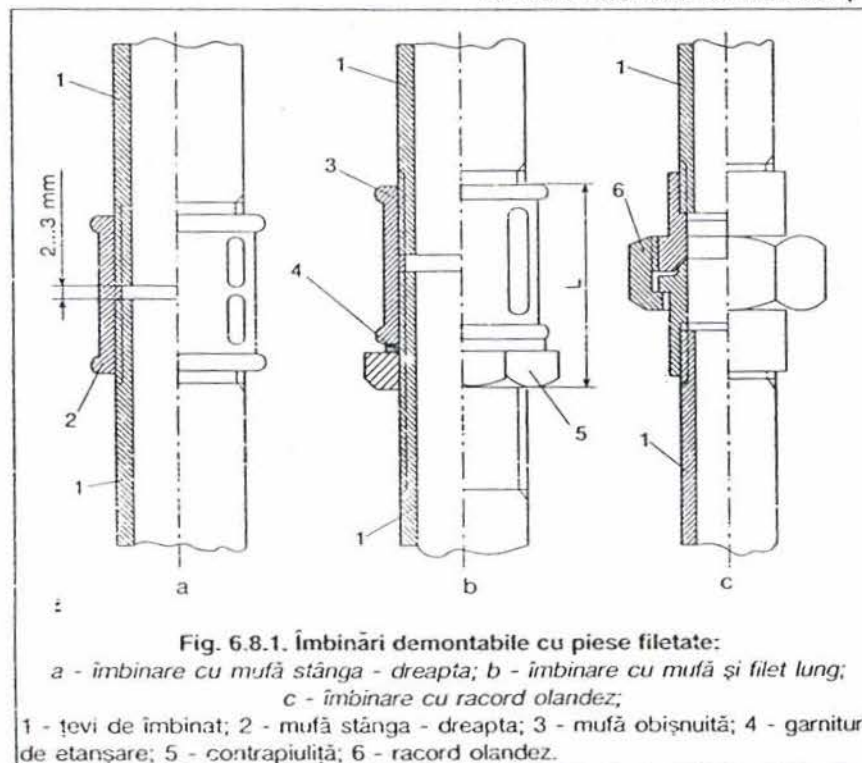


Fig. 6.8.1. Îmbinări demontabile cu piese filetate:

a - îmbinare cu mufă stânga - dreapta; b - îmbinare cu mufă și filet lung; c - îmbinare cu racord olandez;

1 - țevi de îmbinat; 2 - mufă stânga - dreapta; 3 - mufă obișnuită; 4 - garnitură de etanșare; 5 - contrapiuliță; 6 - racord olandez.

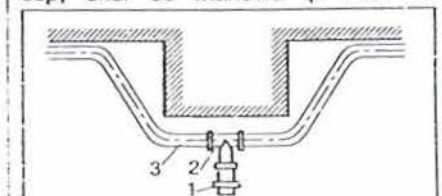


Fig. 6.8.2. Montarea aparentă a unei conducte de gaze naturale sub o grindă din beton:

1 - dop; 2 - teu; 3 - conducta de gaze.

siguranță (pentru închidere în caz de avarii, incendiu etc., în timpul exploatareii) așezate la o distanță convenabilă pentru a putea fi manevrate.

Dacă aparatul de consum este racordat rigid la rețea și are robinet propriu de manevră (de exemplu: mașină de gătit, aparat de încălzit apă etc.) se poate instala pe conductă numai un robinet de siguranță cu cheie.

La aparatele de utilizare de uz casnic racordate cu furtun din cauciuc se montează, de asemenea, două robinete: cel de siguranță se montează pe conductă înaintea racordării furtunului, iar cel de manevră, pe aparatul de utilizare.

Arzătoarele de gaze naturale combustibile destinate cazanelor pentru încălzire și prepararea apei calde de consum se montează pe o placă frontală fixată cu șuruburi pe cazan, în zona focarului. Pe racordul de alimentare cu gaze a arzătoarelor, se montează regulatorul de presiune și aparatura de automatizare necesară pentru funcționarea arzătoarelor în deplină siguranță. Ventilatoarele pentru arzătoarele cu aer insuflat sunt prevăzute cu regulatoare automate ale debitului de aer necesar arderii.

6.8.1.5 Probarea și recepția instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

Instalațiile interioare de joasă presiune sunt supuse probelor:

- de casă (încercarea preliminară), care se face cu aer comprimat la presiunea de 1 bar; se probează întreaga rețea de conducte, fără armăturile punctelor de utilizare, unde se montează provizoriu dopuri (fig. 6.8.3a); îmbi-

nările conductelor se verifică cu apă și săpun de către șeful de echipă în prezența maistrului; nu se admit pierderi de presiune;

- de rezistență a conductelor care se execută, de asemenea, fără armături, cu aer comprimat la presiunea de 1 bar (fig. 6.8.3a).

• *proba de etanșeitate* (fig. 6.8.3b), în cursul căreia se probează instalația cu toate robinetele de manevră și de siguranță montate. Presiunea de probă este egală cu presiunea de regim a instalației de 20 mbar, în cazul conductelor de joasă presiune. Verificarea etanșeității îmbinărilor se face cu o emulsie de apă cu săpun întinsă cu o pensulă pe locul îmbinării. Nu se admite scăderea presiunii în timpul probei. Dacă se constată neetanșeități, se efectuează remedierea lor și proba se repetă.

Instalația de gaze se pune în funcțiune numai după ce s-a evacuat tot aerul din conducte și instalația s-a umplut cu gaze naturale combustibile la presiunea de regim.

La punerea în funcțiune se controlează funcționarea arzătoarelor și aparaturii de utilizare, la diverse poziții de deschidere ale robinetelor, corespunzător debitelor maxime și respectiv, în regim economic.

La fiecare arzător se verifică modul cum se evacuează gazele de ardere, atât la funcționarea separată, cât și la funcționare simultană, în cazul racordării la același canal sau coș de fum a două sau mai multe aparate.

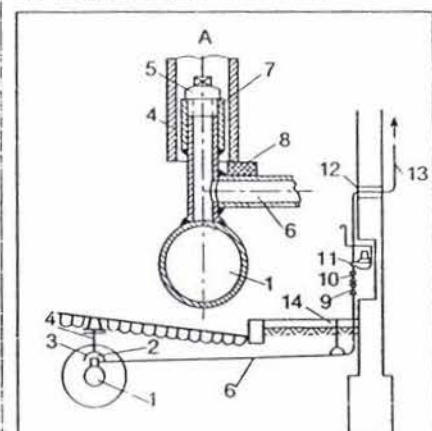


Fig. 6.8.4. Schemă și detaliu pentru bransament de joasă presiune:

1 - conductă de distribuție; 2 - drenaj din piatră; 3 - calotă de captare a gazelor; 4 - conductă de evacuare a gazului; 5 - dop din fontă; 6 - conductă de bransament; 7 - manșon de fixare; 8 - suport; 9 - robinet de bransament; 10 - robinet de incendiu; 11 - regulator de debit mic; 12 - tub de protecție; 13 - conductă interioară; 14 - răsuflătoare.

6.8.2. Tehnologia de montare a bransamentelor de gaze naturale combustibile

Pe conducta de distribuție, în punctul de racord, se sudează un teu de bransament. La acest teu se racordează prin sudură conducta de bransament, după care se perforează conducta de distribuție, pentru a permite accesul gazelor în bransament (fig. 6.8.4).

Conducta de bransament se racordează la instalația interioară prin intermediul unei piese electroizolante. Scopul acestei piese este să elimine posibilitatea punerii la pământ, prin conducta de gaze, a diverselor obiecte electrocasnice, și să permită aplicarea protecției catodice la conductele sistemului exterior de distribuție.

Atât la sudura efectuată pe conducta de distribuție, cât și la capătul bransamentului (lângă clădire), se montează obligatoriu o răsuflătoare (fig. 6.8.4) pentru eliminarea în atmosferă a eventualelor scăpări de gaze prin neetanșeitățile conductelor.

La capătul conductei de bransament se montează un robinet de bransament, care permite scoaterea din funcțiune a întregii instalații. Înainte de intrarea conductei de bransament în clădire de locuit, hale industriale etc. la capătul racordului, în exterior și la loc accesibil, se montează un robinet de închidere, în caz de incendiu.

După executarea bransamentului se completează (se reface) izolația anticorozivă a conductelor în dreptul îmbinărilor sudate și se verifică etanșeitățile conductei mai ales în dreptul sudurilor.

6.8.3. Tehnologia de montare a stațiilor și posturilor pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile

6.8.3.1 Amplasarea și montarea echipamentelor

Instalațiile pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitului gazelor se pot amplasa: în clădiri proprii (stații de reglare-măsurare); în cabine (posturi de reglare); în nișe sau firi-de; direct pe agregatele tehnologice în halele industriale.

La montarea stațiilor de reglare în clădiri proprii, se recomandă respectarea următoarelor dimensiuni:

- între exteriorul panourilor și peretele clădirii stației sau împrejurimii se lasă un spațiu liber de 500 mm;
- între exteriorul armăturilor de pe țevile panourilor de reglare și respectiv măsurare, trebuie să existe un spațiu de 400 mm;
- înălțimea de la pardoseală până la

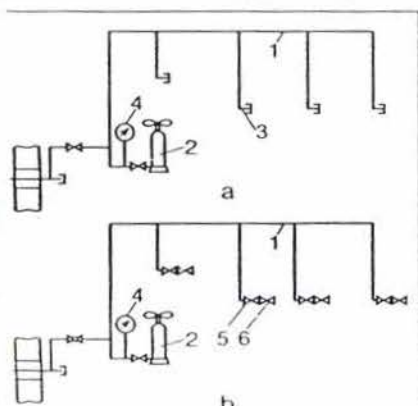


Fig. 6.8.5. Probarea instalației interioare de gaze naturale combustibile:

a - proba de rezistență;
b - proba de etanșeitate;
- rețeaua de conducte; 2 - pompă manuală pentru aer comprimat;
- dopuri metalice filetate; 4 - manometru; 5 - robinet de siguranță; 6 - robinet de manevră.

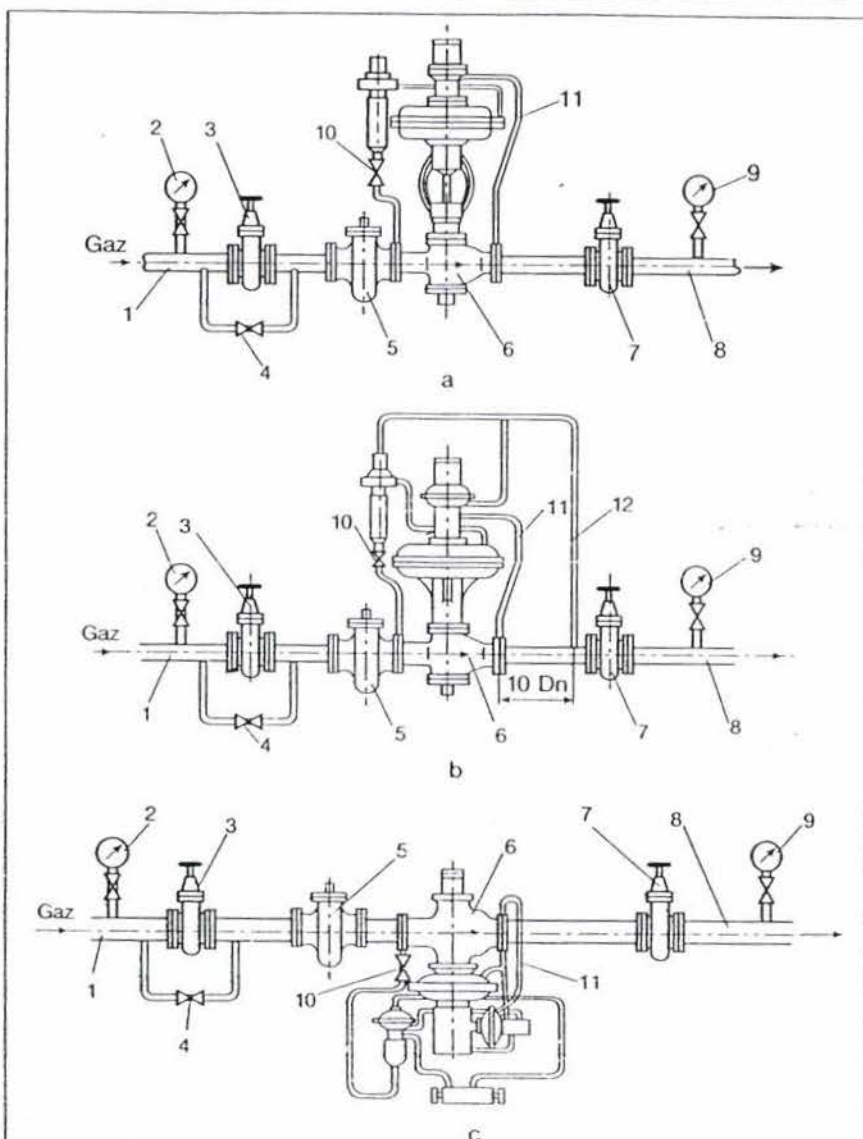


Fig. 6.8.5. Scheme de montare a reguletoarelor industriale:

a - regulator RPA 2; b - regulator RPA 3; c - regulator RPA 4;
 1 - conductă amonte; 2 - manometru amonte; 3 - robinet de intrare; 4 - ocolitor cu robinet; 5 - filtru; 6 - regulator; 7 - robinet ieșire; 8 - conductă aval; 9 - manometru aval; 10 - robinet cu ac; 11 - conductă aval P2; 12 - conductă impuls priză presiune de ieșire.

țevile interioare ale panourilor va fi de circa 500 mm.

Reguletoarele de presiune se montează în instalație (fig. 6.8.5) astfel încât săgeata indicatoare de pe corp să fie în sensul curgerii gazului prin conductă, cu tija ventilelor în poziție verticală, cu membrana în sus la tipurile RPA₂ și RPA₃ și cu membrana în jos la tipul RPA₄. În pardoseala stației, sub regulator, se practică, de obicei, un locaș pentru scoaterea tijelor supapelor din partea inferioară a regulatorului. Întregul echipament al stațiilor de reglare se sprijină pe suporturi metalice fixate în zidărie sau pe elemente din beton.

La stațiile de reglare-măsurare montate în firide (fig. 6.8.6), formele și dimensiunile în plan orizontal și vertical ale firidelor sunt funcție de dimensiunile echipamentelor stațiilor de reglare-măsurare. De regulă, o firdă este

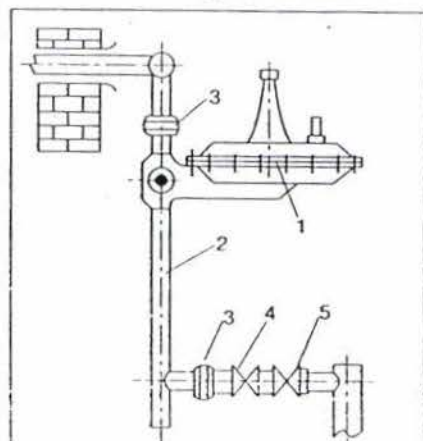


Fig. 6.8.7. Montarea regulatorului de presiune pentru debit mic:

1 - regulator de presiune; 2 - țevă; 3 - racord olandez; 4 - robinet de branșament; 5 - robinet de incendiu.

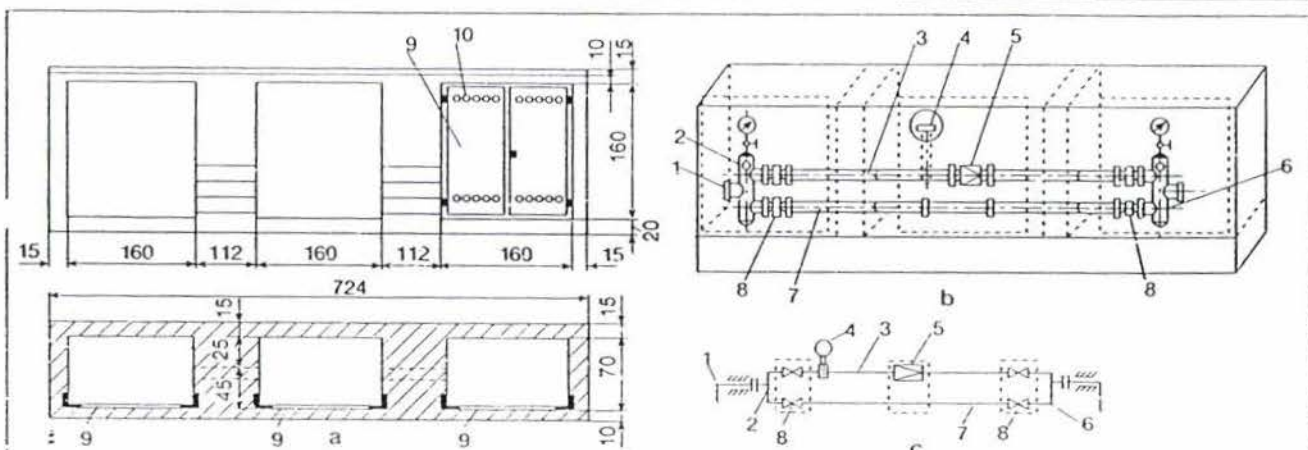


Fig. 6.8.6. Stație de reglare - măsurare montată în firdă:

a - dimensiunile firidelor; b - amplasarea panourilor stației în plan vertical; c - schema de montaj;
 1 - conductă de intrare a gazului; 2 - distribuitor; 3 - panou; 4 - contor diferențial; 5 - regulator de presiune cu acțiune indirectă; 6 - colector; 7 - conductă de ocolire; 8 - robinet; 9 - ușă metalică de acces; 10 - orificii.

formată din trei nișe, fiecare nișă având ușă metalică de acces în care sunt practicate orificii pentru aerisire, atât la partea superioară cât și la partea inferioară a ușii.

Posturile de reglare (fig. 6.8.7) se amplasează în nișe sau cabine din zidărie sau beton, protejate cu uși metalice prevăzute cu orificii pentru evacuarea în atmosferă a scăpărilor de gaze naturale. Nișele se amplasează fie în peretele exterior al clădirii consumatorilor, fie la limita proprietății, lângă gard.

6.8.3.2 Probarea și recepția stațiilor și posturilor de reglare

Stațiile și posturile de reglare sunt supuse, în vederea recepționării, la probe de rezistență și etanșeitate.

Presiunea pentru proba de rezistență depinde de valoarea presiunii gazului din amonte de stație și este de 9 bar pentru treapta de presiune medie și de 4 bar pentru treapta de presiune redusă.

Proba de rezistență se efectuează cu aer comprimat, după ce în prealabil întreaga instalație a fost curățată de impurități prin trecerea (suflarea) unui curent de aer comprimat. Încercarea de rezistență se face cu reglatoarele izolate (blindate) cu flanșe oarbe. Durata probei de rezistență este de 30 de minute pentru fiecare treaptă de reglare. În acest interval de timp dacă presiunea aerului comprimat din instalație nu scade sub valoarea presiunii de probare, proba se consideră reușită. În caz contrar, se remediază defecțiunile și proba se repetă.

Proba de etanșeitate se efectuează tot cu aer comprimat la presiunea de 1 bar și durează o oră pentru fiecare treaptă de reglare. În acest timp nu se admit pierderi de presiune și se cercetează fiecare îmbinare a instalației cu un produs spumant. Dacă se constată neetanșeități, se descarcă instalația de aer comprimat, se remediază defecțiunile și proba de etanșeitate se repetă.

Îmbinările între tronșoanele de conducte precum și cele din posturile de reglare, care nu au putut fi verificate la presiune cu aer comprimat, se pot verifica la etanșeitate la presiunea gazelor naturale din conductă, cu un produs spumant.

Condițiile de efectuare a probelor ca și rezultatele obținute se înscriu în procesul-verbal de recepție a instalațiilor respective.

6.8.4. Tehnologia de montare a rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile

6.8.4.1 Montarea subterană a rețelelor exterioare de gaze naturale

Pentru montarea subterană a rețelelor exterioare de gaze naturale sunt ne-

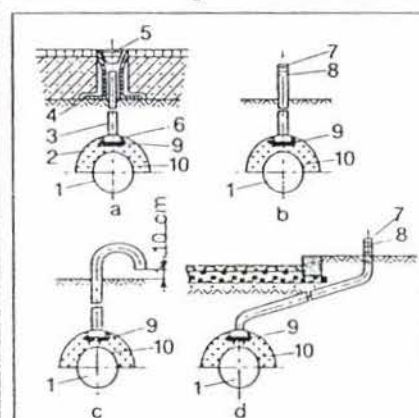


Fig. 6.8.8. Tipuri de răsflători:

a - cu capac din fontă pentru carosabil; b - cu găuri pentru montare în spații verzi; c - cu capătul țigii curbat pentru montare în spații verzi; d - pentru montare în carosabil, cu țigă scoasă în spațiul verde; 1 - conductă; 2 - calotă; 3 - ștuț; 4 - cutie din fontă; 5 - capac; 6 - opritor; 7 - ștuț perforat; 8 - găuri; 9 - pietriș; 10 - nisip.

cesare, pe lângă lucrările de instalații și unele lucrări de construcții. Acestea constau în: trasarea și săparea șanțurilor, iar după montarea conductelor, astuparea șanțurilor și refacerea structurii drumurilor, aleilor pietonale etc.; execuția căminelor de vane; execuția lucrărilor de traversare a unor obstacole naturale (râuri, văi etc.).

Săparea șanțurilor se efectuează mecanizat cu utilaje construite special în acest scop sau manual.

Rețelele pentru transportul, distribuția și utilizarea gazelor naturale se execută cu țevi din oțel, îmbinate prin sudură.

Înainte de a fi montate în sol, conductele exterioare se izolează anticorosiv.

Distanțele minime de montare între conductele subterane de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole sunt indicate în tabelul 6.8.1.

Adâncimea de montare a conductelor de distribuție, măsurată de la suprafața terenului până la generatoarea conductei este de 0,8...1,2 m.

Conductele de gaze izolate anticorosiv

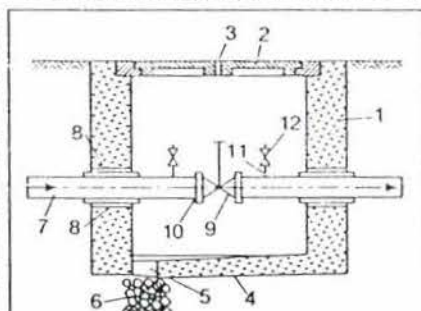


Fig. 6.8.9. Vană montată în cămin:

1 - pereți din beton; 2 - capac din fontă; 3 - orificii de aerisire; 4 - radiatorul căminului; 5 - orificiu pentru scurgerea apei; 6 - drenaj; 7 - conductă de gaze; 8 - tub de protecție; 9 - vană; 10 - flanșe; 11 - prize de presiune; 12 - robinet de control.

Tabelul 6.8.1. Distanțele minime de montare între conductele de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole subterane

Nr. crt.	Instalația, construcția sau obstacolul	Distanța minimă [m] de la conducta de gaz, având presiunea de:		
		joasă	redusă	medie
1	Clădiri cu subsoluri sau alinamente de terenuri susceptibile de a fi construite	2	2	3
2	Clădiri fără subsoluri	1,5	1,5	2
3	Canale pentru rețele termice, canale pentru instalații telefonice	1,5	1,5	2
4	Conducte de canalizare	1	1	1,5
5	Conducte de apă, cabluri de forță, cabluri telefonice montate direct în sol sau căminele acestor instalații		0,6	
6	Cămine pentru rețele termice, telefonice și de canalizare, stații sau cămine subterane în construcții independente		1	
7	Linii de tramvai (până la șina cea mai apropiată)		1,2	
8	Copaci		1,5	
9	Stâlpi (fără instalații energetice)		0,5	
10	Linii de cale ferată exclusiv cele din stații, triaje și incinte industriale	- în rambleu	2	
		- în debleu, la nivelul terenului	5,5	

se ridică și se introduc în șanțuri cu ajutorul unui dispozitiv de prindere cu pânză prevăzută cu inserție metalică rezistentă și elastică. Manevrarea dispozitivului se face cu ajutorul macaralelor trepid sau a altor tipuri de macarale (în funcție de diametrul și lungimea conductelor) după coborârea în șanț, diferitele tronșoane se îmbină între ele prin sudare.

În vederea prevenirii accidentelor, se montează răsuflători (fig. 6.8.8) în dreptul sudurilor de îmbinare a conductelor, deasupra fiecărei ramificații, în punctele în care conductele ies din pământ lângă un perete, la capetele tuburilor de protecție și pe trasee drepte la distanțe de maximum 8 m.

Când conductele subterane de gaze traversează căile de comunicație, se prevăd tuburi de protecție, iar la capetele acestora se execută cămine de vane și de control.

Pe ramificațiile importante ale rețelelor de repartitie și distribuție, precum și în instalațiile exterioare industriale se

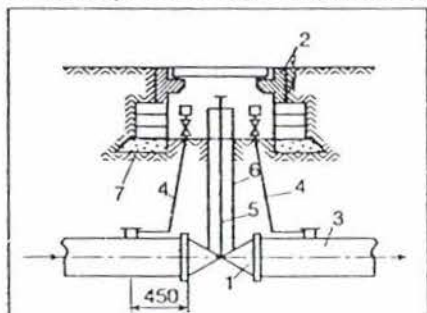


Fig. 6.8.10. Vană montată îngropat:
1 - vană de închidere; 2 - cutie de vizitare înglobată în masă de bitum sau de material plastic; 3 - conductă de gaze; 4 - priză de presiune; 5 - tijă de manevră a vanei; 6 - tub de protecție din material plastic; 7 - postament din beton sau mortar de ciment.

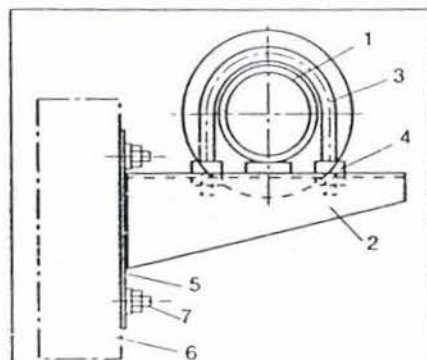


Fig. 6.8.11. Montarea aeriană pe console a conductei exetrioare de gaze naturale:
1 - conductă de gaze; 2 - consolă executată din oțel cornier; 3 - colier; 4 - șurub; 5 - placă metalică; 6 - element de construcție; 7 - bulon.

prevăd robinete (vane) de secționare, montate în cămine (fig. 6.8.9).

Pentru diametre mai mici, vanele de închidere (fig. 6.8.10) pot fi montate îngropat în cutii de vizitare, înglobate în masă de bitum sau de material plastic.

În unele cazuri este inevitabilă intersecția traseului conductei de gaze naturale montate subteran cu canalele termice. În aceste situații, pe porțiunea de traversare a canalului termic, conducta de gaze se montează într-un tub protector, iar la capetele acestuia se instalează câte o răsuflătoare care captează eventualele scăpări de gaze și le evacuează în atmosferă.

6.8.4.2 Montarea aeriană a rețelor exterioare de gaze naturale

În zonele obiectivelor industriale, conductele rețelor exterioare de gaze naturale se montează aerian folosind diferite sisteme de susținere ca de exemplu: pe stâlpi, estacade, pe pereții exteriori ai halelor industriale etc. Cele mai uzuale sisteme de susținere a conductelor de gaze sunt consolele metalice (fig. 6.8.11) sudate pe plăci metalice care se fixează de elementele de construcții cu buloane.

6.8.4.3 Probarea și recepția rețelor exterioare de gaze naturale combustibile

Înainte de punerea în funcțiune, conductele exterioare ale sistemelor de distribuție sunt supuse la probele (verificările) de rezistență și etanșeitate în vederea recepționării.

Presiunile pentru probele de rezistență și de etanșeitate au valorile indicate în tabelul 6.8.2.

Probele de rezistență și de etanșeitate se efectuează cu aer comprimat și încep după egalizarea temperaturilor aerului comprimat din conductă și a aerului din mediul înconjurător. Duratale de egalizare a temperaturilor și duratele probelor de rezistență și de etan-

șeitate sunt indicate în tabelul 6.8.3.

Îmbinările conductelor se verifică cu un produs spumant.

Dacă în timpul probelor se constată defecte ale conductelor de gaze, probele se întrerup, conductele se golesc de aer, iar după remediarea defectelor se introduce din nou aer comprimat în conducte, la presiunile de probă indicate în tabelul 6.8.2 și probele se repetă. Este interzisă remediarea defectelor în timp ce conductele se găsesc sub presiune.

După terminarea probelor de rezistență și de etanșeitate, evacuarea aerului se va face pe la capătul conductei opus celui de umplere.

6.9. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze naturale combustibile

Exploatarea sistemelor de distribuție și a instalațiilor de utilizare se efectuează de către:

- unitățile distribuitoare, pentru toate instalațiile aferente care fac parte din mijloacele de bază ale acestora;
 - unitățile distribuitoare, pentru sistemele de distribuție existente sau noi, executate pentru persoane fizice sau juridice;
 - beneficiari, prin personal autorizat;
- Instalațiile de utilizare de uz casnic se verifică și se revizuiesc de unitățile distribuitoare.
- Verificarea periodică a instalațiilor de utilizare constă din efectuarea următoarelor operațiuni:
- verificarea agregatelor, aparatelor de utilizare, arzătoarelor și a stării garniturilor de etanșare;
 - curățirea arzătoarelor și înlocuirea celor defecte, neomologate sau fără agrement tehnic de utilizare;
 - verificarea stabilității pe suporturi a conductelor montate aparent;

Tabelul 6.8.2. Presiuni pentru probarea conductelor de gaze naturale

Destinația și treapta de presiune	Proba de rezistență [bar]	Proba de etanșeitate [bar]
1. Conducte de distribuție și instalații de utilizare subterane:		
1.1. Presiune medie	9	6
1.2. Presiune redusă	4	2
1.3. Presiune joasă	2	1
1. Stații de reglare, având în amonte:		
2.1. Presiune medie	9	6
2.2. Presiune redusă	4	2
2. Instalații de utilizare aparente:		
3.1. Presiune medie	9	6
3.2. Presiune redusă	4	2
3.3. Presiune joasă	1	0,2*

* Cu manevrarea armăturilor

- verificarea etanșeității îmbinării conductelor și armăturilor, cu spumă de apă cu săpun, la presiunea gazului din instalație;
- verificarea funcționării instalațiilor și dispozitivelor auxiliare de pe instalația de utilizare și de pe instalația de alimentare cu energie electrică a acesteia, după caz;
- verificarea aparatelor de măsură, control, reglare și de siguranță, în conformitate cu instrucțiunile de specialitate;
- desființarea punctelor de consum fără aprobare legală și deconectarea tuturor ramificațiilor pentru acestea;
- verificarea funcționării echipamentului de reglare din instalațiile de utilizare ale beneficiarului;
- verificarea tirajului coșurilor și canalelor de evacuare a gazelor de ardere;
- verificarea stării răsuflătorilor;
- remedierea tuturor defecțiunilor constatate și înlocuirea elementelor defecte, fiind interzise cu desăvârșire soluțiile provizorii;

- verificarea stării construcțiilor care adăpostesc stațiile și posturile de reglare;

Cu ocazia verificărilor (reviziei), abonatul este obligat să prezinte unității distribuitoare de gaze dovada curățirii coșurilor de fum de către personalul specializat al unei societăți de specialitate; dovada nu va avea o vechime mai mare de 30 zile.

Montarea, întreținerea și verificarea contoarelor din sistemul de distribuție

și înregistrarea consumului pentru plată se fac numai de unitatea distribuitoare, prin personal autorizat.

Unitatea distribuitoare de gaze naturale combustibile asigură activitatea permanentă pentru primirea reclamațiilor și remedierea defectelor intervenite în sistemul de distribuție și instalațiile de utilizare.

Tabelul 6.8.3. Duratele încercărilor și duratele de egalizare a temperaturilor

Volumul conductei [m ³]	Ore pentru egalizarea temperaturii conductei montate		Ore pentru încercarea conductei	
	aparent	îngropat	rezistență	etanșeitate
0,1	0,5	10	1	1
0,2	0,75	20	1	2
0,3	1	30	1	2
0,5	1,5	40	1	3
1	2	50	1	6
2	2,5	60	1	12
3	3	75	1	18
4	4	90	1	24
5	5	100	1	24

I. Instalații sanitare

Capitolul 7

Instalații de gaze petroliere lichefiate

Gazele petroliere lichificate (simbol GPL) sunt folosite în instalațiile de ardere pentru obținerea energiei termice.

Gazele petroliere lichificate fiind depozitate (stocate) la presiuni maxime de 3...4 bar în recipiente mobile și de 17,7 bar în recipiente stabile pot fi folosite atât la aparatele de utilizare de uz casnic, becuri (tip Bunsen), arzătoare industriale etc., cât și în instalațiile de ardere ale cazanelor pentru obținerea agenților termici.

7.1. Proprietățile principale ale gazelor petroliere lichificate

Gazele petroliere lichificate sunt amestecuri de hidrocarburi, menținute în stare lichidă în anumite condiții de presiune și temperatură. După ponderea cea mai mare a hidrocarburii conținută în amestec, gazele petroliere lichificate cele mai folosite sunt: butanul, denumit aragaz (STAS 66) și propanul (STAS 8723).

Aragazul are următoarea compoziție chimică exprimată în procente volumetrice [% dintr-un m³ de GPL] în condiții normale (la presiunea $p = 1,013$ bar și temperatura $T = 273,15$ K): butan (C₄H₁₀) 90 %, propan (C₃H₈) 9 %, pentan (C₅H₁₂) 1 %. Admitând că amestecul conține 90 % butan și 10 % propan, participațiile volumice respective sunt:

$$\begin{aligned} r_{C_4H_{10}} &= \frac{0,90}{\frac{0,90}{58} + \frac{0,10}{44}} = 0,87; \\ r_{C_3H_8} &= \frac{0,10}{\frac{0,90}{58} + \frac{0,10}{44}} = 0,13 \end{aligned} \quad (7.1.1)$$

În condiții normale de presiune și temperatură, densitatea aragazului este $\rho = 2,63$ kg/m³N, densitatea relativă în raport cu aerul este $\delta = 2,03$, iar în raport cu apa, $\delta' = 0,569$.

Propanul este produs în două tipuri (notate I și II) care se deosebesc prin participațiile componentelor în amestec. Compoziția chimică a propanului, exprimată în procente gravimetrice [% dintr-un kg de GPL] în condiții normale ($p = 1,013$ bar și $T = 273,15$ K), pentru tipul I, în paranteză pentru tipul II, este următoarea: propan 92 % (93,5 %), etan 5 % (2,5 %), propilenă 2 % (2 %), butan 2 % (2 %). La temperatura de 15 °C și presiunea de 1,013 bar, densitatea propanului este $\rho_s = 1,95$ kg/m³ iar a propanului lichid $\rho'_s = 0,50$ kg/m³. În general, gazele petroliere lichificate, având în stare gazoasă densitatea de circa două ori mai mare decât densitatea aerului, eventualele scăpări de gaze se vor acumula în părțile inferioare

ale încăperilor, lucru de care se ține seama la amplasarea instalațiilor de GPL în clădiri, prin practicarea orificiilor de evacuare a scăpărilor de gaze la partea inferioară a ușilor sau pereților exteriori.

În stare lichidă, gazele petroliere lichificate sunt de circa două ori mai ușoare decât apa. În consecință, particulele de apă din GPL se colectează pe fundul recipientului, de unde sunt evacuate prin purjare.

Prin destindere, de la presiunea din recipient până la presiunea atmosferică, gazele petroliere lichificate vaporizează (butanul la -11,7 °C, propanul la -42 °C, la presiunea atmosferică normală de 760 mm Hg), fiind arse în fază gazoasă, în instalațiile casnice sau industriale.

Gazele petroliere lichificate sunt incolore, inodore și combustibile. Pentru detectarea scăpărilor de gaze, în scopul evitării pericolelor de incendii și explozii, GPL se odorizează cu etil mercaptan.

7.2. Arderea gazelor petroliere lichificate

Pe baza ecuației de ardere a hidrocarburilor (butan și propan) amplificată cu participațiile volumice corespunzătoare se obține:

- oxigenul minim necesar arderii complete a 1 m³N de gaz petrolier lichifiat, la starea normală fizică:
 $Q_{min} = 6,5 \cdot 0,87 + 5 \cdot 0,13 = 6,305$ m³N/m³N GPL (7.2.1)
- volumul de aer minim necesar arderii (în aceleași condiții):

$$V_{min} = \frac{6,305}{0,21} = 30,02 \frac{m^3_{aer}}{m^3_{GPL}} \quad (7.2.2)$$

- volumul real de aer necesar arderii, pentru valoarea coeficientului de exces de aer $\alpha = 1,21$:

$$\begin{aligned} V_{real} &= \alpha \cdot V_{min} = 1,21 \cdot 30,02 = \\ &= 36,3 \frac{m^3_{aer}}{m^3_{GPL}} \end{aligned} \quad (7.2.3)$$

- volumul gazelor de ardere:
 $V_g = 7r_{C_3H_8} + 9r_{C_4H_{10}} + V_{min} =$
 $= 7 \cdot 0,13 + 9 \cdot 0,87 + 30,02 =$
 $= 38,76$ m³N aer/m³N GPL (7.2.4)

Temperatura maximă a flăcării este de 1895 °C, iar temperatura de aprindere în aer este de 490 °C. Puterea calorică inferioară a gazului petrolier lichifiat la starea normală fizică este de $45,6 \cdot 10^6$ J/kg (sau 10900 kcal/kg), respectiv $119,7 \cdot 10^6$ J/m³N (sau 28.600 kcal/m³N). Limitele de explozie ale amestecului de gaz lichifiat cu aerul sunt: inferioară 1,77 % gaz din volum, superioară 8,59 % gaz din volum. În proporție mai mare de 8,5 %, amestecul gaz-aer este puternic inflamabil.

Datorită acestor proprietăți se introduc restricții la amplasarea instalațiilor de utilizare a gazelor petroliere lichificate în interiorul clădirilor de locuit, social-culturale și industriale.

7.3. Materiale, aparate și butelii pentru gaze petroliere lichificate

7.3.1. Țevi și fittinguri metalice

În instalațiile de gaze petroliere lichificate se pot utiliza: țevi din oțel, fără sudură, pentru instalații (STAS 404/1); țevi din oțel, fără sudură, laminate la cald pentru construcții (STAS 404/2); țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru instalații (STAS 7656); țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru construcții (STAS 7657).

Pentru îmbinările filetate se folosesc fittinguri (coturi, teuri, mufe etc.) din fontă maleabilă. Etanșarea acestor îmbinări se face cu fuior de cânepă (STAS 1715); miniu de plumb (STAS 429) și ulei de în sicativat (STAS 16). Pentru executarea îmbinărilor sudate se folosesc: oxigen tehnic (STAS 2031); carbură de calciu tehnică (carbid) (STAS 102); sârmă din oțel pentru sudarea oțelurilor (STAS 1126); electrozi înveliți pentru sudarea oțelurilor (STAS 1125).

7.3.2. Racorduri flexibile

Racordurile flexibile se pot executa cu: tuburi din cauciuc (STAS 3078), pentru presiunile de 20 și 30 mbar; tuburi din cauciuc cu inserții textile (STAS 263) sau tuburi din cauciuc cu inserții metalice (STAS 8540) pentru presiuni mai mari de 30 mbar. Pentru fixarea tuburilor din cauciuc se folosesc coliere metalice.

7.3.3. Recipiente pentru gaze petroliere lichificate

7.3.3.1 Recipiente mobile (butelii) pentru gaze petroliere lichificate

Butelia pentru gaz petrolier lichifiat este un recipient metalic sub presiune, care are o capacitate de 26 l și un grad de umplere de 0,48 kg/l, adică într-o butelie se pot încălca $26 \cdot 0,48 = 12,5$ kg de gaz petrolier lichifiat. Presiunea nominală a gazelor este de 3...4 bar. Butelia plină are greutatea de 25,5 kg. Debitul maxim ce-l poate da o butelie depinde de temperatura ambiantă; de exemplu, la 20 °C, debitul cedat este de 0,5 kg/h. Buteliile se montează și se exploatează în încăperi în care temperatura nu depășește (20...25 °C), astfel că presiunea gazului din interior să nu depășească 10 bar.

Se folosesc două tipuri de butelii:

• butelia (vopsită în albastru), prevăzută cu capac filetat de protecție a robinetului; la baza corpului buteliei (fig. 7.3.1) se află sudat un suport pentru susținere în timpul funcționării și transportului; partea superioară a buteliei se termină cu un inel cu gaură filetată în interior pentru înșurubarea robinetului cu ventil și cu filet exterior pentru înșurubarea capacului prevăzut cu un mâner care se poate roti în jurul nitorilor de articulație; capacul are rolul de a proteja robinetul cu ventil împotriva loviturilor mecanice în timpul transportului și manevrării buteliei;

• butelia (vopsită în galben), echipată cu gardă de protecție a robinetului, limitator de debit al gazelor evacuate din butelie și cu sigiliu post îmbuteliere.

Se utilizează: robinete cu cep, cu presiunea de lucru până la 1,0 bar (STAS 1055) și robinete de închidere cu cep și mufe, cu presiunea de lucru de la 0,1 bar până la 1,0 bar (STAS 1056).

7.3.3.2 Recipiente stabile pentru gaze petroliere lichefiate

Recipientul stabil de depozitare a gazului petrolier lichefiat (fig. 7.3.2) are forma cilindrică orizontală și este construit din oțel de calitate pentru a rezista la o presiune maximă de 17,7 bar. Capacitatea

recipientelor sunt de 500, 1000, 1750, 3000 și 5000 l, iar dimensiunile principale corespunzătoare acestor capacități sunt redate în tabelul 7.3.1.

7.3.4. Armături

7.3.4.1 Robinete pentru conducte

Se utilizează: robinete cu cep, cu presiunea de lucru până la 1,0 bar (STAS 1055) și robinete de închidere cu cep și mufe, cu presiunea de lucru de la 0,1 bar până la 1,0 bar (STAS 1056).

De asemenea, se folosesc robinete cu ventil sferic, cu etanșare pe scaun din teflon, rezistente până la presiunea de 40 bar, care realizează închiderea și deschiderea rapidă și sigură.

Pe rețeaua de conducte cu diametre $D_n = 15...50$ mm se pot monta robinete de închidere cu ventil conic, având tijă ascendentă, filet exterior, jug și capac fixat în șuruburi (STAS 1357), precum și robinete cu sertar pană, monobloc, având tijă ascendentă, jug și capac fixat cu șuruburi.

7.3.4.2 Robinete pentru butelii de gaze petroliere lichefiate

Robinetele cu ventil utilizate la buteliile pentru gaze petroliere lichefiate (fig. 7.3.3) se execută în două tipuri: cu

membrană sau tip I (fig. 7.3.3a) și cu garnitură sau tip II (fig. 7.3.3b). Ambele tipuri de robinete se compun din: corpul prevăzut la partea inferioară cu filet exterior pentru înșurubarea în inelul buteliei, tijă ventilului realizat dintr-o pastilă din ebonită, roata de manevră a tijei ventilului, racordul prevăzut cu filet exterior în care se înșurubează fie o piuliță având rolul de capac de siguranță în timpul transportului și manevrării buteliei, fie reductorul de presiune în timpul funcționării buteliei.

La robinetul cu membrană (fig. 7.3.3 a) deschiderea ventilului se face prin acționare manuală a roții de manevră, mișcarea transmitându-se la tijă prin membrană; prin deschiderea ventilului, gazul trece din butelie, printr-un canal, spre racordul de ieșire. La robinetul cu garnitură torică (fig. 7.3.3 b) deschiderea ventilului se face, de asemenea, prin acționare manuală a roții de manevră și a tijei, mișcarea transmitându-se la ventil prin intermediul garniturii torice și gazul va trece din butelie printr-un canal spre racordul de ieșire.

Etanșarea spațiului dintre tijă și corpul robinetului (fig. 7.3.3) se face cu o garnitură.

7.3.4.3 Armături pentru recipiente stabile de gaze petroliere lichefiate

Supapa de umplere se montează la partea superioară a rezervorului și este prevăzută cu dublă închidere automată. Capătul superior al supapei are un filet trapezoidal care permite prinderea mânerului de transvazare și racordarea

Tabelul 7.3.1. Dimensiunile principale ale recipientelor stabile de depozitare a gazelor petroliere lichefiate

Capacitatea recipientului	Diametrul interior D	L	H
[l]	[mm]	[m]	[m]
500	800	1400	1100
1000	800	2600	1100
1750	1000	2500	1200
3000	1200	2900	1400
5000	1200	4700	1400

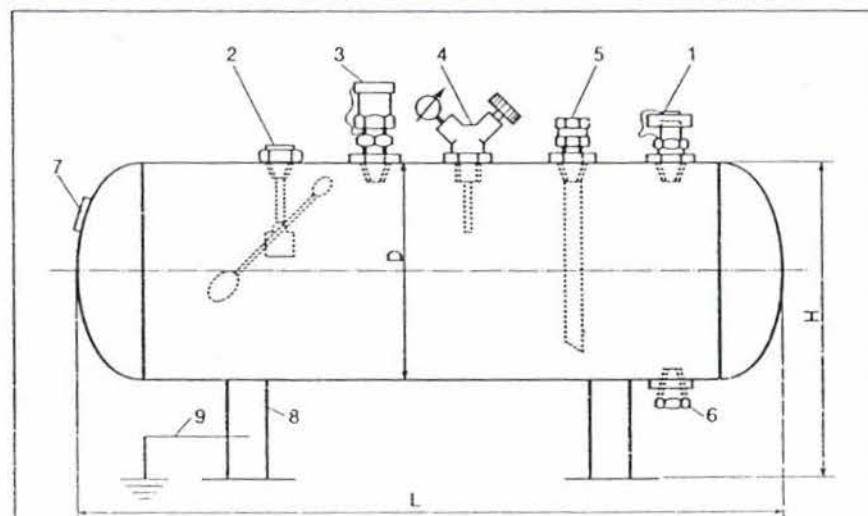


Fig. 7.3.2. Recipient stabil de depozitare a gazelor petroliere lichefiate : 1 - supapă de umplere; 2 - indicator de nivel cu semnalizare continuă; 3 - supapă de siguranță cu arc; 4 - grup de supape multiple (multivalve) pentru prelevare GPL în fază gazoasă; 5 - dispozitiv de prelevare GPL în fază lichidă; 6 - supapă de evacuare (purjare); 7 - placă de timbru; 8 - suportul rezervorului; 9 - legătura la pământ.

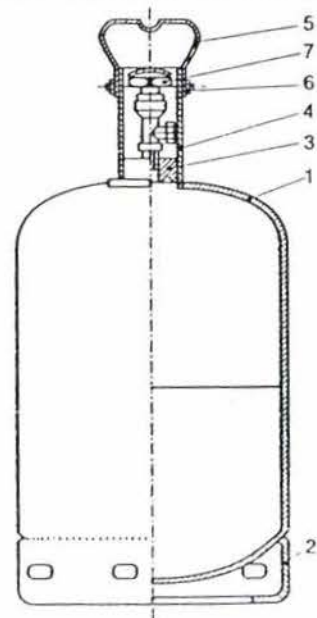


Fig. 7.3.1. Butelie pentru gaz petrolier lichefiat:

1 - corp; 2 - suport; 3 - inel; 4 - capac; 5 - mâner; 6 - nit de articulație; 7 - robinet cu ventil.

pompei de umplere de la bordul cisternei. Supapa de umplere se deschide sub acțiunea presiunii exercitate de greutatea pompei de transvazare. La terminarea alimentării, pompa se demontează de la supapă și obturatorii de etanșeitate ai supapei revin la poziția inițială, asigurând o dublă închidere automată a supapei de umplere.

Indicatorul de nivel cu semnalizare continuă are un sistem de afișare cu cadran și ac indicator, care permite, în orice moment, determinarea cantității de GPL exprimată în procente din volumul total. Rezervorul trebuie să conțină un procent maxim de 80 % GPL din volumul său geometric. Indicatorul de nivel cu semnalizare continuă se montează la partea superioară a rezervorului, fiind prevăzut cu flanșe și patru șuruburi de strângere, etanșeitatea fiind asigurată de o garnitură specială din cauciuc.

Supapa de siguranță cu arc este cuplată cu o sub-supapă și are rolul de a proteja recipientul stabil de GPL contra unor suprapresiuni accidentale față de presiunea de regim.

Grupul de serviciu pentru prelevare GPL în fază gazoasă, denumit și *grupul de supape multiple (multivalve)* este un bloc unitar, compus din: supapa de prelevare a GPL în fază gazoasă, supapa de preaplin, supapa cu dublă închidere, manometrul de control și flanșa pe care este montat manometrul etalon pentru calibrarea manometrului de

control al presiunii GPL din recipient.

Supapa de prelevare a GPL în fază gazoasă funcționează prin acționare manuală și este dotată în interior cu o supapă automată pentru excesul de flux de GPL, care are rolul de a închide automat ieșirea gazului prin supapa de prelevare în cazul creșterii instantanee și considerabile a consumului de gaz, sau accidental, în cazul ruperii conductei de prelevare. În cazul unei absențe a gazului survenite pe neașteptate, se procedează la închiderea manuală a supapei de prelevare, se controlează existența GPL în rezervor și se efectuează verificarea minuțioasă a conductelor de alimentare cu GPL și a aparatelor de utilizare. Odată identificată și eliminată cauza ce a provocat închiderea supapei de exces de flux de GPL, instalația se repune în funcțiune, prin deschiderea treptată, foarte atentă, a supapei de prelevare a GPL.

Supapa de preaplin are atașat un tub de lungime adecvată, astfel încât, în faza de umplere a rezervorului, permite verificarea limitei maxime de umplere, prin apariția unor mici scurgeri de GPL lichid.

Supapa cu dublă închidere permite obținerea echilibrului presiunilor, atunci când, în mod special, se folosește reîntorcerea în rezervor a GPL în fază gazoasă.

Manometrul de control are scala gradată de la 0 la 25 bar, cu un semn roșu la presiunea de 17,7 bar (presiunea

maximă admisă a GPL în rezervor).

Dispozitivul de prelevare a GPL în faza lichidă se compune dintr-o supapă cu sens unic, având la capătul superior (în exteriorul rezervorului) un dop de închidere și la capătul inferior un tub introdus în rezervor pentru prelevarea GPL în faza lichidă. Pentru racordarea dispozitivului la un vaporizator de GPL, se scoate dopul și se montează în locul lui, un robinet cu acționare manuală, racordat la o supapă automată pentru exces de flux de GPL, a cărei funcționare a fost descrisă mai sus.

Supapa de evacuare se montează la partea inferioară a rezervorului de GPL și are rolul de a elimina apa și impuritățile din rezervor, prin purjare periodică.

7.3.5. Regulatori de presiune pentru gaze petroliere lichefiate

Regulatorii de presiune pentru butelii de gaze petroliere lichefiate (fig. 7.3.4) servesc pentru reducerea și reglarea presiunii gazului prin efectul de laminare, de la presiunea gazului din butelie de 3...4 bar la presiunea de utilizare care poate fi de 20, 30, 60 sau 100 mbar, în funcție de tipul arzătorului sau aparatului de utilizare. Regulatorul de presiune constă dintr-o cutie etanșă, având o membrană metalică pe care acționează la partea superioară arcul de reglare, iar la partea inferioară presiunea gazului. Orificiul de trecere a gazului, aflat în fundul unui ghidaj în racordul de intrare, este deschis mai mult sau mai puțin de către o bilă fixată la capătul pistonului cu canale. O pârghie cotită are axul fixat pe fundul cutiei, iar brațul său lung articulat la membrană; brațul scurt al pârghiei se află în contact cu pistonul regulatorului.

În cazul creșterii presiunii la ieșirea gazului din regulator, membrana este presată de arc și coboară, astfel pârghia acționează pistonul care deschide orificiul de evacuare a gazului. În acest fel, este lăsată să treacă o cantitate de gaze care va mări presiunea asupra membranei. Dacă această presiune crește peste limita admisă, forța dată de presiunea gazului asupra membranei devine mai mare decât forța exercitată de arc; fiind astfel comprimat, arcul ridică prin tija sa brațul lung al pârghiei și ca urmare, brațul stâng al acesteia împinge pistonul spre orificiul de evacuare, pe care îl închide, oprind astfel admisia gazului.

Reglarea presiunii de către regulatorul de presiune constă în menținerea presiunii reglate (presiunea de utilizare) la o valoare practic constantă în condițiile debitului variabil de gaz ce trece prin regulator, ca urmare a punerii sau scoaterii din funcțiune (aprinderea sau

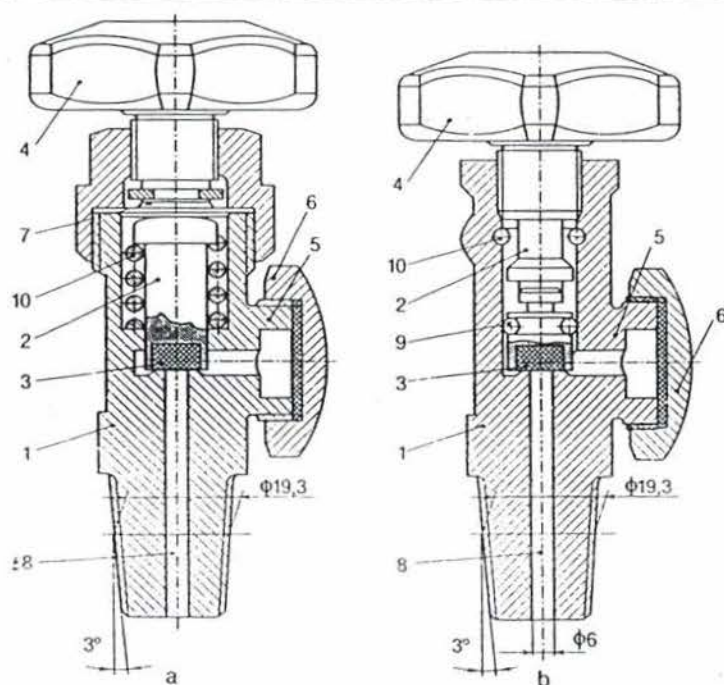


Fig. 7.3.3. Robinete cu ventil pentru butelii de gaz petrolier lichefiat:

a - cu membrană; b - cu garnitură torică;

- 1 - corp; 2 - tijă; 3 - ventil; 4 - roată de manevră a tijei ventilului; 5 - racord; 6 - piuliță; 7 - membrană; 8 - canal; 9 - garnitură torică; 10 - garnitură de etanșare.

stingere) a unui sau mai multor arzătoare pe care le alimentează cu gaz.

După tipul aparatelor de utilizare a gazului petrolier lichefiat regulatoarele de presiune se folosesc astfel, în funcție de presiune:

- 20 mbar, pentru aparatele casnice (reșouri, mașini de gătit etc.), becuri de laborator (tip Bunsen sau similare) și alte aparate care au un bun acces al aerului necesar arderii complete a gazelor;
- 30 mbar, pentru încălzitoarele instantanee de apă caldă de consum;
- 60 mbar, pentru arzătoarele și aparatele de utilizare la care accesul aerului secundar necesar arderii se face mai greu (calandre, pupinele medicale etc);
- 100 mbar, pentru arzătoare industriale, arzătoare pentru cazane etc.

Presiunile reglate pot fi menținute constante numai până la limita superioară a debitului pentru care a fost construit regulatorul de presiune și care este de 0,5 kg/h gaz petrolier lichefiat (aragaz).

În instalațiile de GPL (propan) depozitate în recipiente stabile, se folosesc regulatoare (reductoare) de medie presiune, cu presiunea de intrare $p_i = 1,7...18,0$ bar și presiunea de ieșire, $p_e = 1,5$ bar, având diametrele nominale $D_n = 15...50$ mm, precum și reductoare de joasă presiune, cu $p_i = 0,2...1,5$ bar, $p_e = 30$ mbar și $D_n = 15...50$ mm.

7.3.6. Contoare de gaze petroliere lichefiate

Se folosesc contoarele volumetrice, cu presiuni de lucru de 30 mbar și debite sub $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Diametrele uzuale ale racordurilor contoarelor sunt $D_n = 15...50$ mm. Corpul contorului se execută din oțel carbon, iar mecanismul interior din materiale rezistente la acțiunea propanului.

Contoarele pentru gazele naturale pot fi folosite și pentru gaze petroliere lichefiate, dar se ține seama de faptul că GPL deteriorează cauciucul natural și de aceea, garniturile, membranele și tuburile flexibile trebuie confecționate din materiale rezistente la acțiunea GPL, cum sunt: teflon, cauciuc sintetic, masticuri speciale etc.

7.3.7. Arzătoare și aparate de utilizare pentru gaze petroliere lichefiate

Se folosesc: aparate de gătit pentru uz casnic (STAS 3613); arzătoare de uz casnic (STAS 995); aparate de gătit pentru uz public, încălzitoare instantanee pentru apă caldă, becuri de laborator, alte tipuri de arzătoare sau aparate de utilizare, produse în țară sau

din import care sunt omologate și au agrement tehnic.

7.4. Instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate

7.4.1. Soluții constructive și scheme pentru instalațiile interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate

Prin instalație de utilizare a gazelor petroliere lichefiate se înțelege ansamblul constituit după caz, din butelii, regulatoare de presiune, conducte, armături, furtunuri de cauciuc, aparate de utilizare și accesorii montate în incinta unui consumator.

Din punct de vedere al utilizării (destinației consumului), instalațiile de gaze petroliere lichefiate se împart în:

- *instalații de uz casnic*, amplasate în gospodării individuale și destinate pentru prepararea hranei și a apei calde de consum cu ajutorul aparatelor de utilizare construite special în acest scop (mașini de gătit, plite, aparate încălzitoare pentru apa caldă de consum etc.);
- *instalații de uz industrial*, amplasate în interiorul platformelor, halelor sau atelierelor industriale și destinate pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în procesul de producție;
- *instalații de uz public*, amplasate în instituții, unități comerciale și de servicii, anexe administrative și sociale ale întreprinderilor industriale etc. și destinate pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în diferite aparate de utilizare (calandre, becuri Bunsen, Teclu sau similare, aparate medicale etc.).

Pentru uz casnic este permisă utilizarea a maximum 2 butelii într-o încăpere. Pentru uz public și industrial este permisă utilizarea a maximum 6 butelii pe același etaj (palier) cu respectarea măsurilor de securitate împotriva in-

cendiilor sau exploziilor, dar în aceeași încăpere de pe același palier nu se pot instala mai mult de 3 butelii.

După mărimea debitului de gaz petrolier consumat, se disting:

- *instalații locale de gaze petroliere lichefiate*, amplasate în interiorul clădirilor în imediata apropiere a consumatorilor;
- *instalații centrale de gaze petroliere lichefiate*, compuse din instalații de depozitare a GPL în recipiente mobile sau stabile, rețele exterioare și instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate.

Din punct de vedere al modului de racordare a aparatelor de utilizare, instalațiile de gaze petroliere lichefiate pot fi:

- *instalații cu racord rigid*, la care legătura la aparatele de utilizare se realizează cu conducte metalice;
- *instalații cu racord flexibil*, la care legătura între recipientele mobile (butelii) și aparatele de utilizare se realizează cu furtun din cauciuc (cu inserție din pânză sau inserție metalică, după caz).

7.4.1.1 Instalații interioare de gaze petroliere lichefiate cu conducte din țevi din oțel

Instalațiile interioare cu conducte din țevi din oțel se adoptă în cazul alimentării cu GPL din rezervoare stabile sau când numărul aparatelor de utilizare instalate este mai mare decât numărul maxim admis de butelii ce pot fi amplasate în aceeași încăpere.

În figura 7.4.1 se prezintă amplasarea în plan și schema izometrică a instalației interioare de GPL cu conducte din țevi din oțel și un număr maxim de 3 butelii pe același nivel al unui spital.

În figura 7.4.2 este redată schema generală a instalației de depozitare a GPL în recipiente mobile și rețeaua de conducte de distribuție din țevi din oțel. Instalația (fig.7.4.2) se compune din: butelii prevăzute cu robinete cu

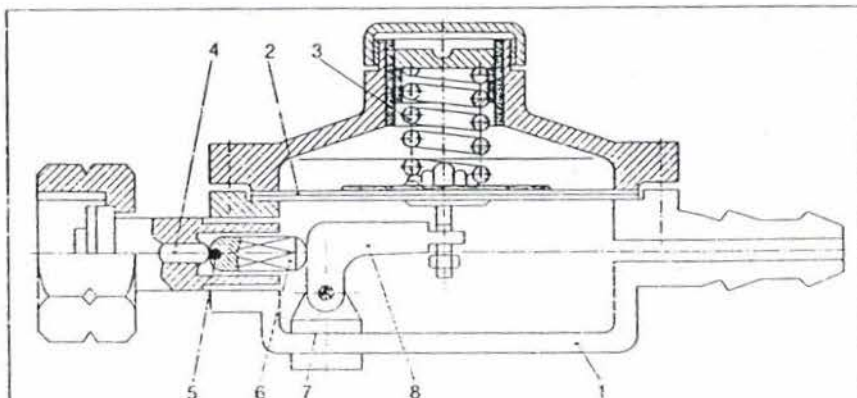


Fig. 7.3.4. Regulator de presiune pentru butelii de gaze petroliere lichefiate: 1 - cutie etanșă; 2 - membrană metalică; 3 - arc de reglare; 4 - orificiu; 5 - bilă; 6 - piston cu canale; 7 - axul pârghiei; 8 - pârghie cotită.

ventil și reductoarele de presiune, racordate prin furtunuri din cauciuc cu lungimea de 0,6 m fiecare, la ștuturile sudate pe un distribuitor și prevăzute cu racorduri pentru furtun. Gazele petroliere lichefiate trec din butelii în colector și de aici sunt distribuite prin conducta principală de distribuție și conductele de racord la aparatele de utilizare. Racordarea conductei principale la colector se face prin intermediul unei mufe cu filet stânga-dreapta pentru a putea fi demontată cu ocazia revizuirii instalației sau pentru reparații (când este cazul). Între distribuitor și conducta principală se montează un robinet cu cep numit robinet principal, iar după acest robinet se montează un manometru indicator pentru citirea presiunii gazelor din conducta de distribuție.

În instalațiile industriale de utilizare a gazelor petroliere lichefiate, amplasarea buteliilor este permisă numai în încăperi situate la nivelul sau deasupra solului. Distanțele între butelii și aparatele de utilizare sunt limitate în funcție de temperaturile suprafețelor exterioare ale aparatelor de utilizare și anume: 1 m pentru temperaturi sub 120 °C; 2 m pentru temperaturi între 200 și 300 °C; minimum 5 m pentru temperaturi ale suprafețelor exterioare ale aparatelor de

utilizare mai mari de 300 °C sau când flacăra radiază direct asupra buteliei. În toate cazurile, legătura între aparatele de utilizare și instalația de gaze se face prin conducte cu țevi din oțel.

Este interzisă amplasarea buteliilor:

- în locuri în care sunt supuse acțiunii directe a razelor solare, în încăperi cu mediu corosiv sau cu temperatura de peste 35 °C;
- în aceeași încăpere cu buteliile pentru alte gaze care pot produce, în amestec, reacții periculoase.

7.4.1.2 Instalații locale de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile

Se compun din (fig. 7.4.3): butelie, robinet cu ventil, reductorul de presiune și furtunul de cauciuc care face legătura cu aparatul de utilizare.

Instalațiile locale dotate cu aparate de utilizare de uz casnic folosind arzătoare cu flacăra liberă pot fi amplasate în încăperi fără coș de evacuare a gazelor de ardere; restul aparatelor de utilizare a gazului petrolier lichefiat trebuie prevăzute cu coș de evacuare a gazelor de ardere, racordarea la coș făcându-se prin burlane metalice.

Înainte de instalarea aparatului de utilizare a gazului petrolier lichefiat și montarea burlanelor pentru evacuarea

gazelor de ardere, trebuie verificat dacă coșul respectiv îndeplinește condițiile pentru asigurarea unui tiraj normal al aparatului (să nu fie înfundat, să nu aibă crăpături etc.). Burlanele se montează pe trasee scurte (minimum 40 și maximum 250 cm) și drepte, pe cât posibil vertical spre coșul de evacuare. Burlanele și piesele lor de legătură se îmbină unul cu altul în sensul curgerii gazelor de ardere. La trecerea burlanelor prin pereți din materiale combustibile se prevede o izolație ignifugă (contra incendiilor). Colectarea gazelor de ardere de la două aparate diferite într-un burlan comun (de exemplu, două sobe) se face folosind o piesă de racordare în unghi ascuțit. Burlanul se introduce în coșul de evacuare a gazelor de ardere printr-un ștuf din tablă prevăzută cu o rozetă, astfel ca secțiunea liberă a coșului să nu fie micșorată prin aceasta. Burlanele trebuie fixate pentru ca să nu se desfacă din îmbinări. Coșurile de evacuare a gazelor de ardere se înalță cu 0,5...1 m deasupra acoperișurilor și se prevăd cu dispozitive de protecție care să împiedice influența nefavorabilă a vântului.

Instalațiile locale de gaze petroliere lichefiate se amplasează în încăperi cu

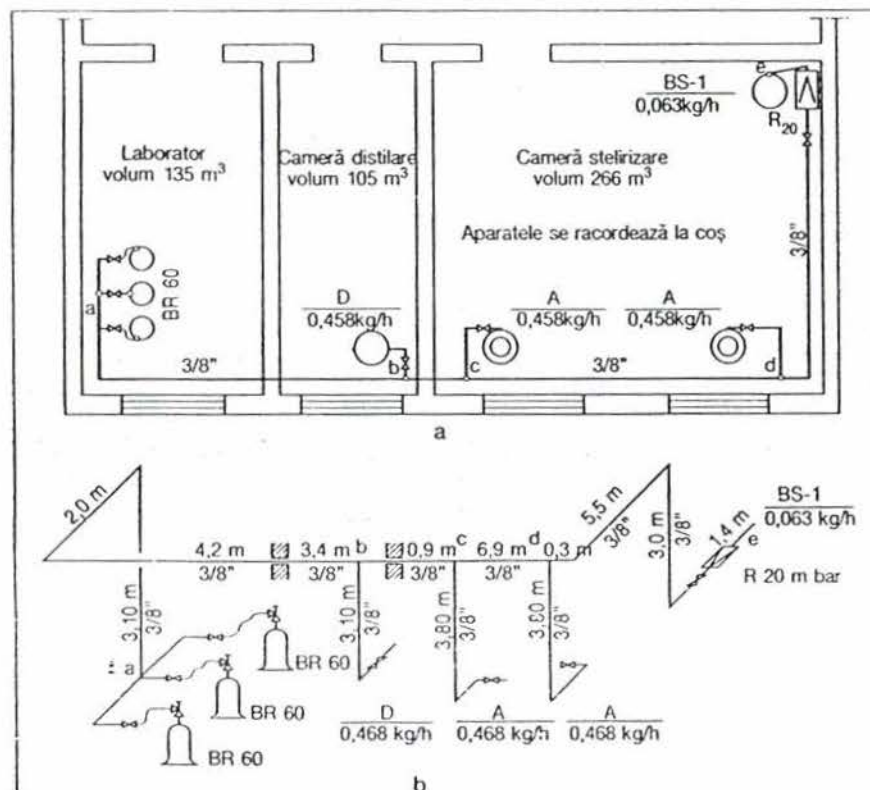


Fig. 7.4.1. Instalația interioară de gaze petroliere lichefiate cu recipiente mobile (butelii) și țevi din oțel, pentru un spital:

a - vedere în plan; b - schema izometrică a instalației;

BR - butelie de gaz petrolier lichefiat cu regulator de presiune de 60 mbar; A - autoclavă; D - distilator; BS-1 - bec suflător pentru gaz petrolier lichefiat.

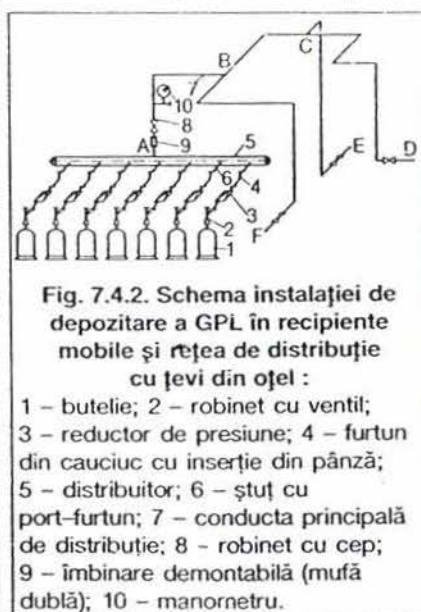


Fig. 7.4.2. Schema instalației de depozitare a GPL în recipiente mobile și rețea de distribuție cu țevi din oțel:

- 1 - butelii; 2 - robinet cu ventil;
- 3 - reductor de presiune; 4 - furtun din cauciuc cu inserție din pânză;
- 5 - distribuitor; 6 - ștuf cu port-furtun; 7 - conducta principală de distribuție; 8 - robinet cu cep;
- 9 - îmbinare demontabilă (mufă dublă); 10 - manometru.

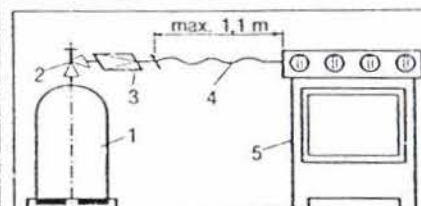


Fig. 7.4.3. Instalație locală de gaz petrolier lichefiat, cu racord flexibil:

- 1 - butelie; 2 - robinet cu ventil;
- 3 - reductor (regulator) de presiune;
- 4 - furtun din cauciuc;
- 5 - aparat de utilizare.

aerisire permanentă situate la nivelul sau deasupra solului și lipsite de surse de încălzire cu flacără liberă. Distanța dintre o butelie de gaz petrolier lichefiat și o sursă de încălzire trebuie să fie de minimum 2 m.

7.4.2. Dimensionarea conductelor cu țevi din oțel pentru instalații de gaze petroliere lichefiate

Se face în funcție de debitul de calcul și de căderea de presiune disponibilă.

Debitul de calcul Q [kg/h] reprezintă suma debitelor nominale ale tuturor aparatelor de utilizare, adăugându-se (după caz) și rezervele de viitor.

Debitul nominal al unui aparat [kg/h], reprezintă cantitatea de gaz, în stare normală (0 °C și 1,01325 bar = 760 mm Hg), care trece într-o oră prin aparat, la presiunea nominală de funcționare.

Debitele nominale ale aparatelor de utilizare se vor lua din standarde, cataloage sau prospectele firmelor producătoare.

Numărul buteliilor necesare alimentării unei instalații se determină în funcție de debitul de calcul, astfel ca sarcina de debitare a unei butelii să nu depășească 0,5 kg/h gaz.

Căderea de presiune disponibilă Δp_d [mbar] reprezintă diferența dintre presiunile gazului la cele două extremități ale traseului cel mai lung.

Căderea de presiune unitară medie ΔH_m [mbar/m] reprezintă căderea de presiune medie pe metru liniar de conductă:

$$\Delta H_m = \frac{\Delta p_d}{L} \quad [\text{mbar/m}] \quad (7.4.1)$$

în care:

$$L = l + l_e \quad [\text{m}] \quad (7.4.2)$$

este lungimea de calcul a conductei l , fiind lungimea fizică a acesteia, iar l_e , lungimea echivalentă rezistențelor locale. Pentru instalațiile interioare de gaze petroliere lichefiate se consideră: $l_e = 0,20 \cdot l$, astfel că

$$L = 1,2 \cdot l \quad (7.4.3)$$

Cunoscând căderea de presiune unitară medie ΔH_m , pentru dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se utilizează tabelul 7.4.1, din care se deduce diametrul D_i [mm] care corespunde debitului de gaz cel mai apropiat de debitul de calcul al tronsonului respectiv și valoarea efectivă ΔH .

Se determină apoi, căderea de presiune efectivă Δp_{ef} , aplicând pentru fiecare tronson relația:

$$\Delta p_{ef} = \Delta H \cdot L \quad [\text{mbar}] \quad (7.4.4)$$

Se însumează căderile de presiune efective pe tronsoanele care alcătuiesc

traseul principal cel mai dezavantajat și se verifică condiția:

$$\Sigma \Delta p_{ef} < \Delta p_d \quad [\text{mbar}] \quad (7.4.5)$$

Dacă relația 7.4.5 nu se verifică, se corectează diametrele anumitor tronsoane, cu condiția ca aceste diametre să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele anumitor tronsoane precedente, începând de la stația de distribuție spre aparatele de utilizare a gazului petrolier lichefiat.

Ramificațiile rețelei se dimensionează cunoscând presiunile disponibile în nodurile traseului principal; se urmărește consumarea integrală a căderii de presiune disponibilă pe oricare dintre ramificațiile rețelei de conducte.

Regulatorul de presiune este astfel ales, încât căderea de presiune disponibilă să fie de 10 % din presiunea nominală de funcționare a aparatului.

Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1: Se dimensionează conductele și se efectuează calculul pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital, a cărei reprezentare în plan este redată în figura 7.4.1a și în schema izometrică din figura 7.4.1b cunoscând următoarele date:

- debitele nominale: pentru autoclavele A: $Q_{NA} = 0,468$ kg/h; pentru distilatorul D: $Q_{ND} = 0,468$ kg/h; pentru becul tip BS-1: $Q_{NB} = 0,063$ kg/h;

- lungimile tronsoanelor care alcătuiesc rețeaua de conducte sunt indicate pe figura 7.4.1 b;

- arzătoarele instalate la autoclave și distilatoare funcționează cu gaze petroliere lichefiate la presiunea de 60 mbar, iar becul tip BS-1 la presiunea de 20 mbar;

- căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor va fi 5 % din presiunea nominală de funcționare, adică $\Delta p_d = 0,05 \cdot 60 = 3$ mbar.

Rezolvare. Se determină lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat (cel mai lung), care este format din tronsoanele ab , bc , cd , de (fig. 7.4.1b) și se obține $l = 30,7$ m

Rezultă lungimea de calcul a traseului cel mai dezavantajat

$$L = 1,2 \cdot l = 1,2 \cdot 30,7 = 36,84 \quad [\text{m}] \quad (7.4.6)$$

Căderea de presiune unitară medie, conform relației 7.4.1 este:

$$\Delta H_m = 3/36,84 = 0,081 \quad [\text{mbar/m}] \quad (7.4.7)$$

Rezultatele calculului de dimensionare a conductelor și ale pierderilor totale de sarcină (folosind tabelul 7.4.1) sunt date în tabelul 7.4.2 din care rezultă $\Delta p_{ef} = 3,35$ mbar pe traseul principal față de $p_d = 3$ mbar, deci condiția $\Delta p_{ef} < \Delta p_d$ este îndeplinită.

Dimensionarea ramificațiilor bf , cg și dh s-a efectuat pentru presiunile disponibile în nodurile b , c și d ; se observă (tabelul 7.4.2) că pierderile totale de sarcină sunt mai mici decât căderile de presiune disponibile, astfel că excesul de presiune se consumă prin robinetele montate la aparatele de utilizare.

Exemplul de calcul 2 Se efectuează calculul rețelei de conducte cu țevi din oțel pentru distribuția gazelor petroliere lichefiate aferente unei hale industriale, cunoscând că debitele necesare în punctele de racord D, E și F (fig. 7.4.2) la instalațiile interioare au următoarele valori: $Q_D = 3,120$ kg/h; $Q_E = 0,624$ kg/h; $Q_F = 1,560$ kg/h. Căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor exterioare este 5 mbar. Lungimile fizice ale tronsoanelor de conducte sunt indicate în tabelul 7.4.3.

Tabelul 7.4.1. Calculul conductelor de gaze lichefiate (densitatea gazului petrolier lichefiat $\rho = 2,49$ kg/m³ la temperatura de 14 °C; densitatea relativă în raport cu aerul $\delta = 2,03$)

D_i [mm]	12,50	15,75	21,55	27,00	35,75	41,25	52,50
D_n [in]	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
ΔH [mbar/m]	Debite [kg/h]						
0,01	0,38	0,73	1,65	3,16	6,78	10,00	19,23
0,02	0,55	1,05	2,37	4,56	9,73	14,33	
0,03	0,68	1,30	2,94	5,63	12,00	17,66	
0,04	0,80	1,50	3,41	6,53	13,91		
0,05	0,89	1,69	3,83	7,33	15,60		
0,06	0,98	1,86	4,20	8,05	17,13		
0,07	1,07	2,01	4,55	8,72	18,53		
0,08	1,14	2,16	4,88	9,33	19,83		
0,09	1,22	2,29	5,18	9,91	21,07		
0,10	1,28	2,42	5,47	10,46	22,23		
0,11	1,35	2,54	5,74	10,98	23,33		
0,12	1,41	2,66	6,00	11,48	24,39		
0,13	1,47	2,77	6,25	11,96	25,40		
0,14	1,53	2,88	6,49	12,42			
0,15	1,58	2,98	6,73	12,86			
0,16	1,64	3,08	6,95	13,29			

Rezolvare. Lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat ABCD este 81,1 m, iar lungimea de calcul $L = 1,2 \cdot 81,1 = 97,32$ m. Căderea de presiune unitară medie, conform relației 7.4.1 este: $\Delta H_m = 5/97,32 = 0,05$ mbar/m. Rezultatele calculelor de dimensionare a conductelor și ale pierderilor totale de sarcină sunt redată în tabelul 7.4.3. Se observă că $\Delta P_{ef} = 4,851$ mbar deci $\Delta P_{ef} < \Delta P_d$.

Ramificațiile CE și BF se calculează cunoscând presiunile disponibile din nodurile C și E, respectiv căderile de presiune disponibile de 2,121 mbar pentru ramificația CE și 3,819 mbar pentru ramificația BF. Din tabelul 7.4.3 se constată că aceste căderi de presiune disponibile sunt consumate aproape integral pe ramificațiile respective.

Cunoscând că debitul de gaz petrolier lichefiat al unei butelii este de 0,5 kg/h și că debitul necesar al instalației este de 5,304 kg/h, rezultă numărul de butelii: $n = 5,304/0,5 = 10,608 = 11$ bu-

teli. Diametrul distribuitorului la care se racordează cele 11 butelii va fi de $1\frac{1}{4}$ ".

7.5. Instalații exterioare de gaze petroliere lichefiate

7.5.1. Instalații de depozitare în recipiente mobile (butelii) a gazelor petroliere lichefiate

7.5.1.1 Schema generală și funcționarea instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

În cazul instalațiilor de uz industrial sau de uz public care necesită un număr de 7 sau mai multe butelii, se adoptă soluția de depozitare a GPL în recipiente mobile grupate într-o stație de distribuție, a cărei schemă generală este redată în figura 7.4.2, având capacitatea maximă de 25 de butelii. Numărul maxim de 25 butelii este stabilit din considerații de securitate împotriva exploziilor și incendiilor.

Tabelul 7.4.2. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor de sarcină, pentru instalația de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital (exemplul de calcul 1)

Tronsonul	Q_c [kg/h]	Lungimea [m]			D [in]	ΔH [mbar/m]	$\Delta P_{ef} =$ $= L \cdot \Delta H$ [mbar]	$\Sigma(\Delta P)_{ef}$ [mbar]
		fizică	echivalentă de calcul					
		l	$l_c = 0,2 \cdot l$	L				
Traseul principal								
ab	1,467	12,70	2,54	15,24	3/8	0,13	1,98	1,98
bc	0,999	0,90	0,18	1,08	3/8	0,07	0,08	2,06
cd	0,531	6,90	2,38	8,28	3/8	0,02	0,17	2,23
de	0,063	10,20	2,04	12,24	3/8	0,01	0,12	2,35
Ramificația $bf \Delta P_d = 0,37$ mbar								
bf	0,468	3,10	0,62	3,72	3/8	0,02	0,07	0,07
Ramificația $cg \Delta P_d = 0,29$ mbar								
cg	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09
Ramificația $dh \Delta P_d = 0,12$ mbar								
dh	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09

Tabelul 7.4.3. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină, pentru rețeaua conductelor de distribuție a gazelor petroliere lichefiate aferentă unei hale industriale (exemplul de calcul 2)

Tronsonul	Q_c [kg/h]	Lungimea [m]			D [in]	ΔH [mbar/m]	$\Delta P_{ef} = L \cdot \Delta H$ [mbar]	$\Sigma(\Delta P)_{ef}$ [mbar]
		fizică l	echivalentă $l_c = 0,2 \cdot l$	de calcul L				
Traseul principal								
AB	5,304	8,6	1,72	10,32	3/4	0,10	1,032	1,032
BC	3,744	28,3	5,66	33,96	3/4	0,05	1,698	2,730
CD	3,120	44,2	8,84	53,04	3/4	0,04	2,121	4,851
Ramificația CE $\Delta P_d = 2,121$ mbar								
CE	0,624	52,5	10,5	63,00	3/8	0,03	1,89	1,89
Ramificația BF $\Delta P_d = 3,819$ mbar								
BF	1,560	60,5	12,1	72,6	1/2	0,05	3,630	

Tabelul 7.5.1. Distanțe de siguranță între stațiile de distribuție a gazelor petroliere lichefiate depozitate în butelii și obiectele învecinate

Nr. crt.	Destinația obiectului învecinat	Distanța de siguranță [m]
1	Instalații de producție în aer liber	25
2	Clădiri de locuit, clădiri publice (creșe, grădinițe, școli, spitale etc.) clădiri cu săli aglomerate sau clădiri înalte (peste 28 m)	30
3	Drumuri publice	15

Punerea în funcțiune a instalației se face în următoarea ordine de deschidere (fig. 7.4.2):

- robinetele cu ventil ale buteliilor;
- robinetului principal de pe conducta de distribuție;
- robinetele de pe conductele de derivație sau de racord la aparatele de utilizare;
- robinetele de manevră ale aparatelor de utilizare; scoaterea din funcțiune a instalației se face prin închiderea robinetelor în ordinea în care s-a făcut punerea în funcțiune.

7.5.1.2 Construcția instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

Instalațiile de depozitare a gazelor petroliere lichefiate în recipiente mobile se amplasează într-o clădire proprie, supraterană și neetajată. Nu este permis ca aceasta să fie înglobată în clădirea în care se utilizează gaze petroliere lichefiate. Clădirea se admite să fie alipită pe maximum două laturi de clădirea în care se utilizează gaze, cu excepția secțiilor care prezintă pericole de incendii.

Stațiile de distribuție de la spitale pot fi alipite, pe o latură, de clădirea spitalului, cu condiția ca distanța până la camerele de spitalizare sau de operații să fie de minimum 25 m.

Distanțele de siguranță dintre clădirea stației de distribuție a gazelor petroliere lichefiate și alte clădiri, drumuri și instalații de producție montate în aer liber sunt indicate în tabelul 7.5.1.

Pereții de care se face alipirea stației de distribuție trebuie să fie rezistenți la explozie, să nu aibă goluri (uși sau ferestre) pe o distanță de 5 m în jurul stației și să asigure izolarea la transmiterea căldurii, în condițiile unui incendiu în încăperile vecine.

Clădirea stației de distribuție se construiește din zidărie de cărămidă sau beton, fără pod, cu acoperișul din material ignifugat, învelit cu tablă sau azbociment etc. (în nici un caz din beton). Suprafața încăperii în care se instalează buteliile va fi de minimum 7 m² pentru un grup de 7 butelii, adăugându-se câte 0,6 m² pentru fiecare butelie instalată în plus. Pardoseala se execută din beton, plană și nealunecoasă, și se acoperă cu un strat dintr-un material care să nu producă scântei la lovire.

Buteliile se amplasează pe un singur rând (pe verticală) și se așează pe grătare confecționate din lemn ignifugat. Înălțimea stației este de minimum 2,5 m.

La stațiile alipite pe o singură latură, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe peretele opus clădirii de care se face alipirea. La stațiile alipite pe maximum

două laturi, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe unul din pereții exteriori și spre zonele cu slabă circulație și fără surse de pericol.

Ușile și ferestrele se construiesc din metal neferos sau impregnat și cu deschidere în afară (ușile trebuie să se deschidă la o singură apăsare de mână). Dimensiunile ușilor și ferestrelor sunt următoarele:

- ușa, cel puțin 0,7 x 2,0 m;
- ferestrele vor avea suprafața rezultând din raportul 0,05 m² fereastră, pentru fiecare 1 m³ volum de încăpere.

Geamurile nu vor fi armate, vor avea grosimea de 2 mm și vor fi mate sau vopsite în alb, pentru a feri buteliile de acțiunea razelor solare.

Ventilarea încăperii stației de distribuție se face natural, organizată prin orificii plasate în mod egal la nivelul podelei și în apropierea plafonului. Suprafața totală a acestor orificii va fi de minimum 4 % din suprafața pardoselii. Secțiunea fiecărui orificiu este de 300 cm². Orificiile se prevăd cu plasă de sârmă.

Încălzirea încăperii stației în timpul iernii se poate face cu ajutorul serpentinelor din țevi sau cu radiatoare din fontă, utilizând ca agent termic încălzitor abur sau apă caldă de încălzire. Temperatura din interiorul camerei stației de distribuție a gazelor poate fi de minimum +10 și maximum +35 °C.

Iluminatul stației de distribuție se face prin ferestre. Iluminatul artificial (electric) se admite numai din exteriorul stației cu luarea măsurilor de siguranță contra exploziilor.

Stația de distribuție este prevăzută cu echipamentul necesar pentru stingerea incendiilor. În stație se afișează instrucțiunile pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate, normele de tehnică a securității și protecție a muncii, instrucțiunile de prevenire și stingere a incendiilor și indicatoarelor de securitate referitoare la acces și la pericolul de explozie și incendiu.

7.5.2. Instalații de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate

În figura 7.5.1 se prezintă schemele instalațiilor de depozitare în recipiente stabile și de distribuție a gazelor petroliere lichefiate, în varianta cu montare supraterană (fig. 7.5.1 a), respectiv subterană (fig. 7.5.1 b) a conductelor exterioare.

Amplasarea instalațiilor de depozitare, cu recipiente stabile este admisă în următoarele condiții tehnice de exploatare în deplină siguranță, atât pentru consumator cât și pentru vecinătăți:

- așezarea pe suprafețe orizontale, su-

praterane sau subterane, pe teren stabil;

- incinte împrejmuite, special amenajate pentru oprirea accesului persoanelor neinstruite și al animalelor mari;
- ventilare naturală; nu se admit instalații amplasate în depresiuni locale ale solului sau împrejurii cu pereți fără goluri, pe mai mult de 2 laturi;
- sursă de apă pentru intervenția pompierilor în caz de incendiu sau pentru răcirea recipientului;
- nu se admite montarea de recipiente suprapuse între ele sau peste alte instalații;
- cale de acces auto, dar nu pe un drum public, până la distanța minimă de 3 m față de recipiente (fig. 7.5.2);
- distanțe minime de siguranță, de la recipiente supraterane la obiective situate în vecinătate, conform tabelului 7.5.2. Distanțele menționate în tabelul 7.5.2 pot fi micșorate cu 20 % pentru cazul construirii unui zid anti-foc, rezistent la explozie, la limita incintei între recipiente și obiective

situate în vecinătate. Față de instalațiile subterane, distanțele minime sunt cele prevăzute în normativele de proiectare și executare a acestora.

Construcțiile ulterioare, atât la consumator cât și la vecini se amplasează la distanțele din tabelul 7.5.2.

În interiorul incintei pentru instalația de depozitare, distanța minimă între recipiente sau între recipiente și împrejmuirea de protecție este de 1,0 m.

7.5.3. Rețele exterioare de gaze petroliere lichefiate

Rețeaua exterioară pentru transportul și distribuția gazului petrolier lichefiat se execută cu țevi din oțel îmbinate prin sudură. Este indicat ca traseele rețelei exterioare să fie rectilinii și cât mai scurte. Traversarea căilor de circulație se face numai aerian, la cel puțin 5 m înălțime și perpendicular pe axa acestora.

Pe conducta exterioară, înainte de intrarea în clădire și la loc accesibil se montează, aparent, un robinet cu cep

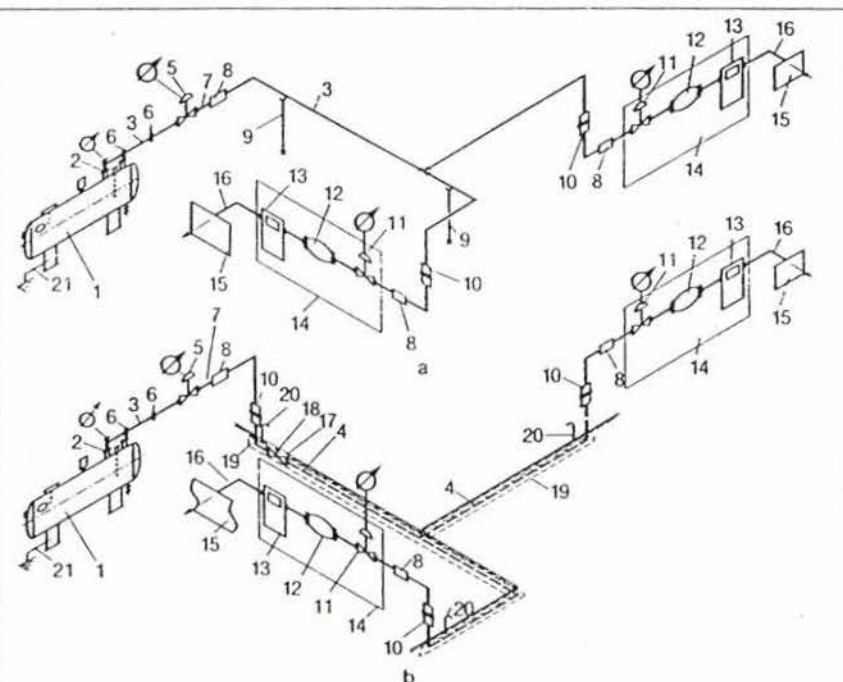


Fig. 7.5.1. Schemele instalațiilor de depozitare a gazelor petroliere lichefiate, în recipiente stabile:

a - schema instalației de depozitare a GPL, în recipiente stabile, cu conducte exterioare de distribuție montate suprateran;

b - idem, cu conducte exterioare de distribuție montate subteran;

- 1 - recipient stabil de GPL; 2 - grup de supape multiple, cu manometru de control; 3 - conductă exterioară de distribuție a GPL, montată suprateran;
- 4 - idem, montată subteran; 5 - reductor de presiune (presiunea maximă la ieșire 1,5 bar), prevăzut cu manometru de control (scala 0...5,0 bar);
- 6 - racord olandez cu niplu filetat; 7 - niplu filetat la ambele capete;
- 8 - mufă filetată; 9 - suport pentru conductă; 10 - îmbinare electroizolantă;
- 11 - reductor de presiune (presiunea maximă la ieșire 30 mbar), prevăzut cu manometru și supapă de siguranță; 12 - robinet cu ventil sferic (robinet de incendiu); 13 - contor; 14 - nișă; 15 - perete exterior; 16 - racord la instalația interioară de utilizare a GPL; 17 - cămin la vană; 18 - robinet cu sertar și mufe; 19 - tub de protecție; 20 - răsufătoare; 21 - legătura la pământ.

numit robinet de incendiu de la care se poate opri alimentarea cu gaz a întregii instalații interioare în caz de pericol de incendiu.

7.6. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

7.6.1. Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate

7.5.1.1 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu conducte cu țevi din oțel

La alegerea traseelor instalației de gaze, condițiile de siguranță au prioritate față de cele de estetică. Se urmărește ca traseele să fie rectilinii fără prea multe schimbări de direcție. Traseele orizontale trec deasupra canalului ușilor și ferestrelor și deasupra conductelor de apă. În general, se evită montarea conductelor de gaze petroliere lichefiate pe plafon. Toate conductele se montează aparent pentru ca accesul la instalație să fie rapid și eficient. Se interzice amplasarea conductei principale de distribuție și a derivațiilor prin coșurile sobelor, canale de ventilare, locuri inaccesibile, golul ascensorului, depozite de cărbuni, zgură sau gunoi, prin încăperi lipsite de ventilație (aerisire), prin locuri prin care țevile ar putea fi supuse acțiunilor chimice, mecanice sau temperaturilor înalte.

Materialele utilizate la executarea și montarea instalației trebuie să fie în perfectă stare, îndeplinind condițiile de calitate prevăzute în standarde.

Instalația interioară se execută cu țevi negre din oțel. Țevile instalației se îmbină între ele fie prin sudură (îmbinări nedemontabile) pentru țevi cu diametre mai mari de 3/4", fie cu ajutorul fittingurilor (mufe, teuri, coturi, îmbinări demontabile etc.). Etanșarea îmbinărilor prin fittinguri se face cu fuier de câne-

pă, miniu de plumb și ulei de în fierț sau alte materiale de etanșare agrementate. În cazul conductelor lungi îmbinate prin sudură cap la cap, se prevăd, la anumite distanțe, îmbinări demontabile folosind mufe cu filet stân-

ga-dreapta, pentru eventualele demontări sau extinderi ale rețelei. Pentru a evita pericolul de incendiu și explozii datorită scăpărilor de gaze, se interzice îmbinarea țevelor prin flanșe sau racorduri olandeze. Racordurile olandeze

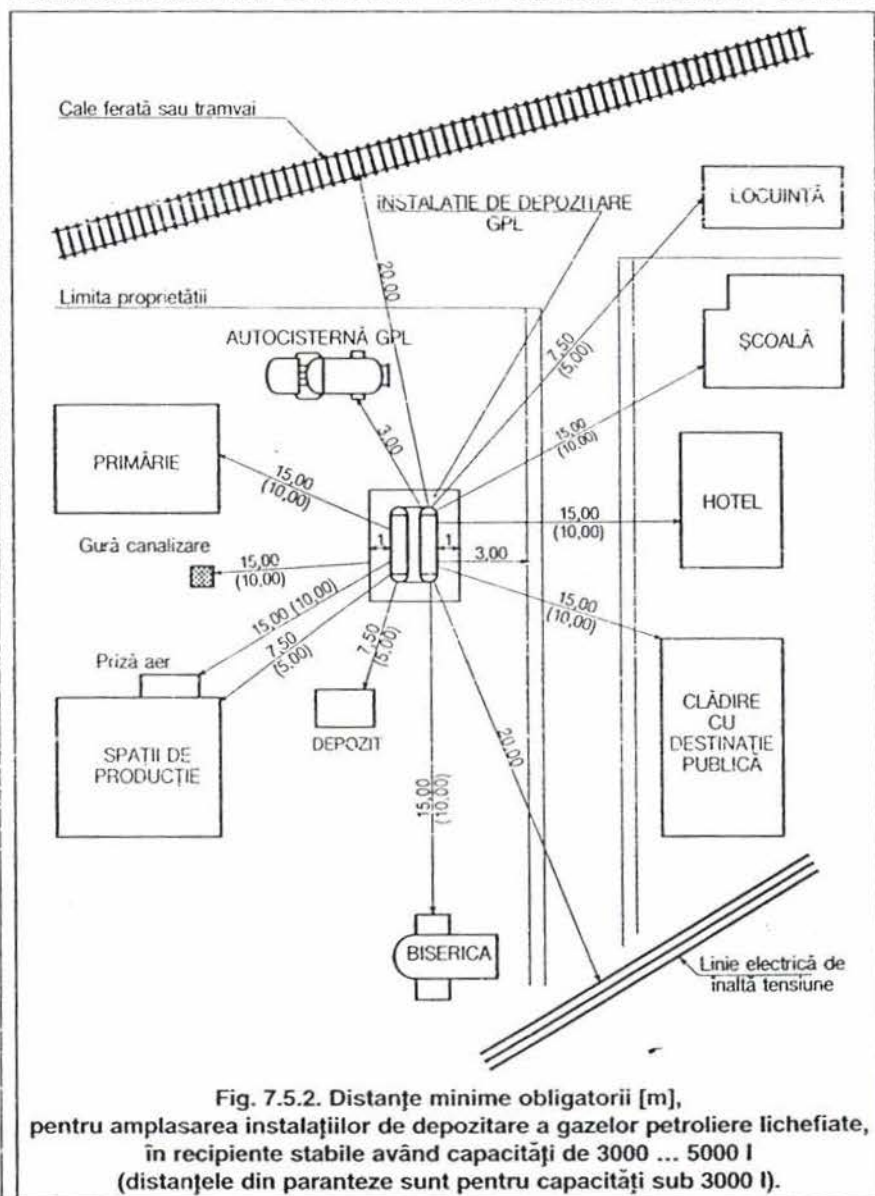


Fig. 7.5.2. Distanțe minime obligatorii [m], pentru amplasarea instalațiilor de depozitare a gazelor petroliere lichefiate, în recipiente stabile având capacități de 3000 ... 5000 l (distanțele din paranteze sunt pentru capacități sub 3000 l).

Tabelul 7.5.2. Distanțe minime de siguranță, de la recipiente stabile supraterane de GPL la obiective situate în vecinătate

Nr. crt.	Destinația obiectului învecinat	Capacitatea nominală recipient 500...3000 l	Capacitatea nominală recipient 3000...5000 l
		Distanțe [m]	Distanțe [m]
1	Limita de proprietate	3	3
2	Clădiri de locuit, spații de producție, depozite (altele decât cele cu regim special)	5	7,5
3	Obiective publice: săli de spectacole, hoteluri, instituții de învățământ, sanitare, clădiri administrative, biserici, inclusiv prizele de aer pentru ventilarea acestora, canalizări, alte obiective cu destinație similară.	10	15
4	Cale ferată, tramvai, troleibuz, linii de joasă și medie tensiune (măsurarea se face de la proiecția în plan a acestora)	15	15
5	Linii electrice aeriene, de înaltă tensiune (măsurarea se face de la proiecția în plan a liniei sau stâlpului de susținere)	20	20

Observații:

* Distanțele menționate pot fi micșorate cu 50 % pentru liniile CF uzinale și cu 25 % pentru liniile CF neelectrificate.

sunt admise numai la racordarea aparatelor de utilizare la instalație.

Coloana de alimentare și conductele de derivație se montează pe pereți, fixându-se în brățări metalice amplasate între ele la distanțele indicate în tabelul 7.6.1. Între conductă și brățări se intercalează benzi de carton gudronat.

În punctele de racordare ale aparatelor de utilizare prevăzute cu robinete pentru legături flexibile, piesa de racordare este prevăzută cu o rozetă fixată cu șuruburi. Capetele conductelor rețelei unde nu sunt racordate aparate de utilizare, chiar dacă sunt prevăzute cu robinete, se astupă cu dopuri de fier înșurubate. Pentru evitarea pericolului de incendiu se interzice folosirea dopurilor din alte materiale ca: lemn, plută, hârtie etc.

Pentru sectorizarea diferitelor porțiuni de rețea se folosesc robinete de închidere cu cep și mufe.

Racordarea aparatelor de utilizare fixe (cuptoare, autoclave etc.) la instalația de gaze se face cu racorduri olandeze, prevăzute cu garnituri din clingherit.

Racordarea aparatelor de utilizare mobile (becuri tip Bunsen sau Teclu, plite etc.) la instalație, se face prin intermediul furtunurilor din cauciuc cu inserție din pânză.

În punctele de racordare, pe conductele de derivație, se montează robinete cu cep (tip canea), cu portfurtun confecționat din alamă, cu orificiul de minimum 4 mm.

În instalațiile de gaze petroliere lichefiate unde aparatele de utilizare necesită presiuni diferite ale gazului, se montează, între colector și butelii, regulatoare pentru presiunea maximă cerută de aparatul de utilizare respectiv, iar pe derivații, înaintea aparatelor de utilizare ce necesită presiuni mai mici, se montează regulatoare de presiune corespunzătoare (amplasate în aval) cu robinetele montate la începutul derivației. Aceste regulatoare se montează pe suporturi de susținere. Pentru etanșarea racordului olandez al regulatorului se folosesc garnituri inelare din clingherit.

Întreaga rețea de distribuție a gazelor petroliere lichefiate se vopsește (însă numai după efectuarea probelor de presiune) cu vopsea de ulei sau lac de culoare galbenă.

7.6.1.2 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile

Aparatele de utilizare cu flacără liberă și cu presiunile nominale de 20 și 30 mbar se racordează cu furtun din cauciuc în lungime de 1...1,1 m.

Furtunul va avea un traseu vizibil și nu va trece dintr-o încăpere în alta.

Aparatele de utilizare cu flacără liberă

și cu presiunea nominală mai mare de 30 mbar se racordează cu furtun din cauciuc cu inserții textile în lungime maximă de 20 m, cu condiția evitării pericolului de degradare, rupere, smulgere sau strivire a furtunului, ca urmare a funcționării instalației.

Pe furtun nu se admite intercalarea de fittinguri și armături. Portfurtunul aparatului are același diametru cu portfurtunul regulatorului de presiune. În toate cazurile, furtunul trebuie asigurat cu coliere la ambele capete.

Regulatorul de presiune se montează la robinetul cu ventil al buteliei, înșurubând piulița olandeză spre stânga, în locul piuliței de siguranță. Etanșarea se asigură cu o garnitură inelară din clingherit. După fiecare montare, se efectuează, în mod obligatoriu, verificarea etanșității, cu spumă de apă și săpun.

7.6.2. Montarea instalațiilor exterioare de gaze petroliere lichefiate

7.6.2.1 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

Distribuitorul instalației se execută cu țevă din oțel având diametrul determinat în funcție de numărul de butelii racordate la el conform datelor din tabelul 7.6.2.

Distribuitorul se montează în interiorul stației de distribuție, deasupra buteliilor la o înălțime de 30 cm și se fixează de elementele de construcție cu brățări metalice sau console. La distribuitor se sudează ștuțuri cu diametrul de 3/8" și lungimea de 40 mm pentru fiecare butelie, distanțate între ele de minimum 320 mm, prevăzute cu robinete portfurtun având diametrul exterior de 10 mm. Ștuțurile se sudează perpendicular pe colector și în poziție orizontală.

Racordarea robinetului portfurtun de la distribuitor cu regulatorul de presiune se face printr-un furtun din cauciuc cu inserție din pânză, având 600 mm lungime și care este asigurat la ambele capete cu coliere metalice.

Racordarea distribuitorului cu conductă (coloana) principală de alimentare se face prin intermediul unei mufe cu filet stânga-dreapta. Pe conductă principală de distribuție se montează robinetul principal care este un robinet cu cep având același diametru ca și conductă principală.

Distribuția gazelor petroliere de la distribuitorul stației centrale la aparatele de utilizare se face numai prin țevi din oțel trase sau sudate, montate aparent. Este interzisă montarea țevelor de gaz îngropate în ziduri, sub tencuială, sub pardoseală sau acoperirea lor sub orice

formă. La trecerea prin pereți și planșee din beton, țevile de gaz se introduc în tuburi de protecție din țevi cu unul sau două diametre mai mari. Spațiul liber dintre țeava cu gaz și tubul de protecție se umple cu ipsos. În porțiunea de traversare prin ziduri sau planșee, țevile de gaz nu trebuie să aibă îmbinări.

Montarea manometrului indicator pe coloană după robinetul principal se face după ce s-a verificat funcționarea robinetului de control al acestuia.

În interiorul clădirii instalației de depozitare este interzisă depozitarea bateriilor pline, de rezervă sau a buteliilor goale.

7.6.2.2 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate

La executarea și montarea instalațiilor de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate se utilizează numai materiale, aparate și recipiente care au certificate de calitate, verificate în ceea ce privește respectarea condițiilor tehnice de calitate din standardele și agrementele tehnice prevăzute în proiectele avizate.

Placa de fundație a recipientelor stabile se realizează supratean, din beton, pe suprafețe curățate și fără iarbă.

Recipientele se ancorează pe placă potrivit detaliilor din cartea tehnică a recipientului.

Punctul de legare la pământ a autocisternei de alimentare a recipientelor stabile se amplasează astfel încât să fie ușor accesibil pentru legare și marcat pentru identificare.

Deasupra generatoarei superioare a recipientelor stabile se asigură un spațiu liber de minim 5 m.

Încinta împrejmuită la instalațiile cu recipiente stabile se prevede cu o suprafață de evaporare a reziduurilor de GPL, spațiu acoperit cu pietriș, dimensionat corespunzător capacității de

Tabelul 7.6.1. Distanțe de montare între brățările conductelor

Diametrul interior al conductelor [mm (in)]	Distanțe [m]
12,50...15,75 (3/8...1/2)	2,0
21,25...27,00 (3/4...1)	3,0
35,75...52,50 (1 1/4...2)	4,0

Tabelul 7.6.2. Diametrele distribuitorului instalației de depozitare în recipiente mobile (butelii) a gazelor petroliere lichefiate

Numărul de butelii	Diametrul colectorului [in]
4	1/2
6	3/4
10	1
20	1 1/2
peste 20	2

depozitare.

Recipientele montate subteran se acoperă cu un material care nu arde și nu reacționează chimic cu GPL și cu protecția anticorrosivă a recipientelor.

Traseele conductelor se aleg pe drumul cel mai scurt între recipiente și ieșirea din limita instalației de depozitare a GPL.

Înainte de montare, țevile se curăță la interior și exterior și se protejează în timpul montării împotriva pătrunderii de corpuri străine. Capetele tronșoanelor se astupă cu capace.

Montarea conductelor se face prin rezemare simplă, astfel încât să nu se producă tensionarea mecanică a acestora. Conductele orizontale se montează dedesubtul conductelor pentru alte instalații.

Susținerea conductelor pe elemente de construcții ale împrejurării se face în funcție de diametru, cu brățări sau console, la distanțe de 1,5...5,0 m între punctele de susținere și de 20...50 mm între conducte și elementele de construcții. Fixarea elementelor de susținere se face cu mortar de var și ciment.

Pentru schimbările de direcție, ramificații și reducății se utilizează:

- fittinguri din fontă maleabilă;
- curbe trase, pentru sudare;
- ramificații prin sudarea directă pe conducte cu diametrul de cel puțin 20 mm, pentru ramificații cu diametrul egal sau mai mic decât conducta din care se face ramificația;
- ramificații prin mufe sudate pe conducte cu diametrul de cel puțin 20 mm, pentru ramificații cu diametrul egal sau mai mic decât conducta din care se face ramificația;

Îmbinările prin sudură se execută cap la cap cu flacăra oxiacetilenică sau cu arc electric.

Îmbinările prin sudură pentru conducte trebuie să corespundă clasei de calitate II, prevăzută în „Instrucțiunile tehnice privind stabilirea și verificarea clasei de calitate a îmbinărilor sudate la conducte tehnologice”, indicativ I 27. Clasa de calitate a îmbinărilor sudate se indică în proiectul de execuție.

Îmbinările prin sudură se execută numai de sudori autorizați pe baza prevederilor ISCIR CR 9. Sudorii vor marca sudurile executate. Sudurile se execută în conformitate cu prevederile STAS 6662; 6726; 7084/4; 8183; 8299 și prescripțiile ISCIR CR 7.

În cazul sudării țevilor în condiții me-

teorologice nefavorabile, se iau măsuri de protecție (paravane, cort, preîncălzirea capetelor etc.).

Este interzisă răcirea forțată a sudurilor.

7.6.2.3 Montarea rețelelor exterioare de gaze petroliere lichefiate

Montarea rețelelor exterioare de GPL se face, de regulă, aerian, pe suporturi metalice sau din beton armat, pe estacade, pe pereții exteriori ai clădirilor etc.

Se admite montarea subterană în cazuri excepționale, când nu se poate asigura montarea supratrană. În acest caz, se iau prin proiectare și executare toate măsurile necesare pentru evitarea pericolului de coroziune, explozie sau incendiu.

Intrarea conductelor subterane în clădiri se face numai deasupra solului.

Diametrul minim al conductelor de gaze montate subteran este de 12,25 mm (3/4").

Pe conductele de gaze petroliere lichefiate, înainte de intrarea în clădiri, se montează, aparent, un robinet cu cep, numit „robinet de incendiu”.

Conductele exterioare montate aparent sunt protejate împotriva coroziunii prin grunduire cu miniu de plumb și prin vopsire cu vopsea galbenă în două straturi.

Conductele exterioare montate subteran sunt supuse aceluiași măsuri de protecție anticorrosivă ca și rețelele de gaze naturale combustibile.

7.6.3. Probarea și recepția instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

Instalațiile cu conducte metalice sunt supuse, în vederea recepționării, următoarelor probe: preliminară (de casă), de rezistență și de etanșeitate.

Instalațiile de gaze petroliere lichefiate cu racord flexibil (cu furtun) se supun numai la proba de etanșeitate, sub presiunea gazului.

7.6.3.1 Proba preliminară

După ce conducta se suflă cu aer comprimat pentru curățirea de impurități, se execută proba preliminară de către instalatorul autorizat și șeful de echipă care a condus lucrarea, după cum urmează:

- la conductele montate aparent, proba preliminară se execută fără armăturile punctelor de utilizare, capetele

conductei fiind blindate cu dopuri. Proba se execută numai cu aer comprimat, la presiunea de 1 bar. Pentru aceasta se utilizează manometre indicatoare cu element elastic, verificate și marcate. Durata necesară egalizării temperaturilor și durata de probare sunt date în tabelul 7.6.3;

- conductele montate subteran se supun aceluiași probe ca și conductele de gaze naturale combustibile.

7.6.3.2 Proba de rezistență

Se execută în aceleași condiții ca și proba preliminară, cu aer comprimat la presiunea de 1 bar. La executarea probei participă delegatul întreprinderii distribuitoare și beneficiarul lucrării.

Conductele care nu depășesc lungimea de 5 m pot fi probate sub presiunea gazului din instalație.

7.6.3.3 Proba de etanșeitate

Proba de etanșeitate la conductele montate aparent se execută cu armăturile punctelor de utilizare definitiv montate în poziția „deschis”, capetele conductelor fiind prevăzute cu dopuri.

Proba se execută numai cu aer comprimat, la presiunea de 200 mbar. Durata probării este dată în tabelul 7.6.3.

Probarea armăturilor se face prin manevrarea lor, iar căutarea neetanșeităților se face cu spurnă de apă și săpun. Apoi se manevrează armăturile în poziția „închis”, se demontează dopurile și se efectuează o nouă probare. Robinetele trebuie să fie etanșe în ambele poziții de manevră: „deschis” și „închis”.

Este strict interzisă forțarea robinetelor prin strângerea excesivă a piuliței sau prin baterea cepului, pentru obținerea etanșeității.

La nici o probare nu se admit pierderi de presiune. Dacă apar defecțiuni, conducta se va golii de aer, se va trece la remedierea defectelor, după care se repetă probele.

Remediarea neetanșeităților se face refăcând îmbinarea respectivă în mod corect și nu prin ștemuire, acoperire cu lacuri sau chituri, care pot prezenta pericole grave de explozie și incendii.

Verificarea funcționării aparatelor de utilizare se face cu gaz petrolier lichefiat; se observă la fiecare punct de consum comportarea arzătoarelor cu robinetele deschise, în pozițiile reduse, normale și maxime. În cadrul acestei verificări se observă modul de funcționare a aparatelor de utilizare în raport cu caracteristicile acestora și cu instrucțiunile lor de fabricație. Se controlează ca, la fiecare aparat, evacuarea gazelor de ardere să se facă normal când aparatul funcționează singur, precum și când toate aparatele sunt puse în funcțiune (funcționarea simultană).

Tabelul 7.6.3. Durata de egalizare a temperaturilor și durata de probare pentru conducte de gaze petroliere lichefiate, montate aparent

Volumul conductei [m ³]	< 0,1	0,2	0,3
Durata de egalizare a temperaturilor [min]	10	20	30
Durata de probare [ore]	de rezistență	1	1
	de etanșeitate	1	2

Toate aceste probe se fac de către instalatorul autorizat (care dispune de o autorizație specială, eliberată pe baza susținerii unor examene de verificare a cunoștințelor necesare, de către întreprinderea distribuitoare de gaze) în prezența delegatului întreprinderii distribuitoare de gaze și beneficiarului.

7.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

Pentru evitarea pericolelor de incendii și explozii ale instalațiilor de gaze petroliere lichefiate trebuie respectate următoarele reguli:

- transportul și manipularea buteliilor sunt permise numai dacă buteliile au piulițele de siguranță și capacele de protecție montate; piulițele de siguranță trebuie să aibă garnituri de etanșare în perfectă stare;
- se interzice lovirea sau trântirea buteliilor;
- buteliile de rezervă, pline sau goale, nu se depozitează în încăperea unde sunt aparate de utilizare, în dormitoare sau băi etc.;
- buteliile trebuie ferite de acțiunea directă a radiațiilor solare;
- furtunul din cauciuc se verifică periodic dacă se află în perfectă stare, cunoscând că, în exploatare (a cărei durată este de maximum 2 ani de la

data fabricării sale), suferă procesul de „îmbătrânire”, căpătând porozități, crăpături etc.; capetele lărgite ale furtunului trebuie tăiate respectându-se condiția ca lungimea furtunului să nu scadă sub 1000...1100 mm;

- regulatoarele de presiune trebuie verificate periodic, repararea și reglarea acestora fiind făcută numai în atelierele întreprinderii distribuitoare de gaze petroliere lichefiate. Consumatorii sunt obligați să prezinte, întreprinderii distribuitoare, regulatoarele de presiune, ori de câte ori acestea au suferit dereglări sau scăpări de gaze, pentru a fi înlocuite cu altele în perfectă stare de funcționare.

La punerea în funcțiune a instalației de gaze petroliere lichefiate, se execută următoarele operații:

- se demontează capacul de protecție a buteliei, prin deșurubare spre stânga;
- se verifică dacă robinetul cu ventil al buteliei este închis prin învârtirea roții de manevră a acestuia spre dreapta;
- se demontează piulița-capac de siguranță prin deșurubare spre dreapta.
- se controlează dacă garnitura de etanșare din clingherit a regulatorului de presiune este în perfectă stare (dacă nu, se înlocuiește cu alta nouă) și se așează corect pe flanșa gâtului regulatorului;
- se montează regulatorul de presiune, prin înșurubare spre stânga, cu ajutorul unei chei mecanice fixe de

30 mm, a piuliței olandeze a acestuia; regulatorul se montează în poziție orizontală și cu capacul în sus;

- la instalațiile locale cu racord flexibil se introduce furtunul de racord al aparatului de utilizare în ștuțul de racord al regulatorului de presiune. La montare și în timpul funcționării instalației, furtunul nu trebuie să aibă îndoituri bruște, dilatări de capete, porozități sau crăpături;

- se probează cu o soluție (emulsie) de apă și săpun dacă nu există scăpări de gaze la: robinetul cu ventil al buteliei; punctul de înșurubare a regulatorului de presiune cu robinetul cu ventil al buteliei; fittingurile de îmbinare ale conductelor metalice; cele două capete ale furtunului (la instalațiile locale cu racorduri elastice); robinetele de închidere ale rețelei de conducte. În timpul acestor probe robinetele cu ventil al buteliilor vor fi complet deschise, iar robinetele aparatelor de utilizare vor fi închise. Dacă în urma acestei probe se constată că nu există scăpări de gaze, instalația poate fi dată în exploatare. Aprinderea arzătoarelor aparatelor de utilizare se va face aprinzând întâi chibritul și apoi deschizând robinetele arzătoarelor pentru a se evita pericolul de accidente. La scoaterea din funcțiune a instalației se închid întâi robinetele cu ventil ale buteliilor și după stingerea flăcării se închid robinetele arzătoarelor.

I. Instalații sanitare

Capitolul 8 **Instalații de fluide tehnologice**

8.1. Instalații de aer comprimat

Aerul comprimat constituie unul dintre agenții de lucru folosiți pentru transportul energiei în instalațiile industriale. Se obține cu ajutorul compresoarelor, din aerul atmosferic. Energia potențială de presiune, acumulată de aerul comprimat stocat în rezervoare-tampon, se conservă în timp, păstrându-se caracteristicile inițiale vreme îndelungată, fiind pregătită în orice moment pentru utilizare.

Se menționează că presiunile aerului comprimat sunt exprimate în scara manometrică, cu excepția cazurilor când se precizează scara absolută.

8.1.1. Soluțiile constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor de aer comprimat

8.1.1.1 Elementele componente și clasificarea instalațiilor de aer comprimat

Instalațiile de aer comprimat se compun din trei părți principale și anume:

- compresoarele de aer, care produc aerul comprimat;
- consumatorii de aer comprimat: mașini, utilaje, scule și dispozitive acționate cu aer comprimat;
- rețeaua de distribuție a aerului comprimat, care face legătura între compresoarele de aer și consumatorii și care cuprinde: conductele, armăturile de închidere, siguranță și control, aparatura de automatizare etc.

Instalațiile de aer comprimat se clasifică după următoarele criterii:

- numărul treptelor de comprimare (la compresor): cu o singură treaptă, cu

două sau mai multe trepte de presiune de comprimare;

- numărul treptelor de presiune utilizate (la consumatori): cu o treaptă, cu două sau mai multe trepte de presiune utilizate;

- modul de amplasare a consumatorilor de aer comprimat față de compresoare: instalații locale, la care consumatorii și compresoarele sunt amplasate în același loc; instalații centrale de aer comprimat, la care compresoarele și aparatura anexă sunt amplasate într-o clădire separată (centrală de aer comprimat), alimentarea consumatorilor făcându-se prin rețeaua de conducte.

În mod uzual, instalațiile de aer comprimat sunt cu o singură treaptă de comprimare (la compresor) și cu una sau mai multe trepte de presiune de utilizare (la consumatori). Comprimarea aerului în două sau mai multe trepte reclamă un consum sporit de energie pentru antrenarea motoarelor compresoarelor și se adoptă numai când debitul de aer comprimat necesar la presiune înaltă este important și justifică economic această soluție.

8.1.1.2 Instalații locale de aer comprimat

Instalațiile pot fi:

- mobile: compresorul refulează aerul printr-un furtun de cauciuc cu inserție metalică, direct la punctele de lucru;
- semifixe: compresorul, fix sau mobil, refulează aerul într-un rezervor tampon, din care sunt alimentate punctele de lucru, prin racorduri flexibile sau conducte metalice;
- fixe: compresorul, rezervorul tampon și racordurile (de regulă, metalice)

sunt fixe.

Rolul rezervorului-tampon este de a acumula (înmagazina) aerul comprimat la presiunea necesară și de a asigura debitul necesar, care este variabil în timp, la punctele de utilizare, ținând seama de simultaneitatea în funcționare a acestora.

Rezervoarele-tampon se montează, de regulă, în aer liber. O parte din vaporii de apă din aerul comprimat în rezervoare condensează și se colectează la partea inferioară a acestuia, de unde se evacuează printr-un robinet de purjare. Pentru a asigura evacuarea condensatului și în timpul iernii, pe conducta de purjare se prevede o rezistență electrică de încălzire.

Pe conducta de refulare a compresorului se montează o clapetă de reținere, care are rolul de a evita întoarcerea aerului comprimat din rezervorul-tampon în compresor în perioadele când acesta nu funcționează. Pentru distribuția aerului comprimat la diferite presiuni de utilizare, se prevăd reductoare (regulatoare) de presiune montate pe conductele de distribuție și clapete de reținere.

8.1.1.3 Instalații centrale de aer comprimat

În instalațiile centrale de aer comprimat (fig. 8.1.1), aerul este aspirat de compresor, din exterior, printr-o priză de aer amplasată într-un loc ferit de surse de poluare, trecut printr-un filtru de praf și refulat în rezervorul tampon. În timpul comprimării, odată cu presiunea, crește și temperatura aerului și pentru a fi răcit până la temperatura de lucru se folosește un schimbător de căldură (răcitor) recuperativ (de suprafață), agentul de răcire fiind apa, care la rândul ei este răcită într-un turn de răcire sau cu ajutorul unei instalații frigorifice.

Pentru recuperarea uleiului antrenat de aer din carterul compresorului în timpul comprimării, pe conducta de refulare, la ieșirea din compresor, se montează un separator de ulei. Uleiul recuperat este reintrodus în compresor printr-un circuit separat prevăzut cu o pompă de ulei.

Compresoarele de aer au funcționarea complet automatizată, fiind prevăzute cu sisteme de reglare. Raportul dintre debitul de aer comprimat consumat în instalație și debitul compresorului la funcționarea continuă și în plină sarcină, în aceeași unitate de timp se numește coeficient de utilizare.

Principalele sisteme de reglare a funcționării compresorului prevăd reglarea prin:

- obturarea aspirației, cu ajutorul unei clapete cu comandă automată, în

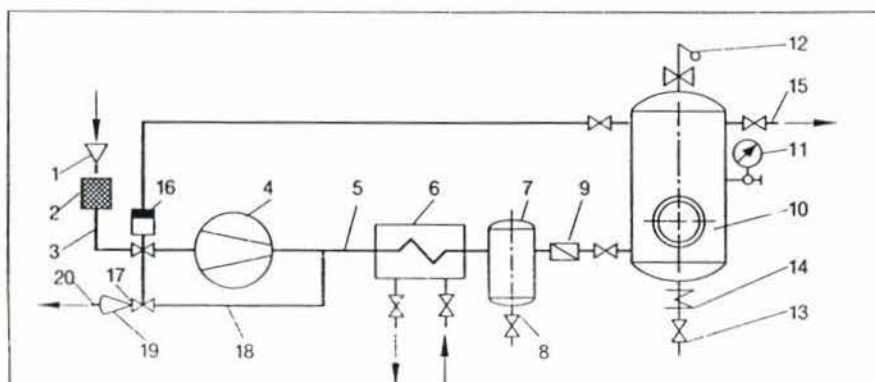


Fig. 8.1.1. Schema de principiu a instalației centrale de aer comprimat:

- 1 – priză de aer; 2 – filtru; 3 – conductă de aspirație a aerului; 4 – compresor; 5 – conductă de refulare a aerului comprimat; 6 – schimbător de căldură (răcitor de aer); 7 – separator de apă și ulei; 8 – robinet de purjare; 9 – clapetă de reținere; 10 – rezervor tampon de aer comprimat; 11 – manometru; 12 – supapă de siguranță; 13 – robinet de purjare; 14 – rezistență electrică pentru dezghețarea condensatului în timpul iernii; 15 – conductă de distribuție; 16 – robinet cu ventil; 17 – robinet cu ventil; 18 – conductă pentru descărcarea refulării; 19 – amortizor de zgomot; 20 – conductă de evacuare a aerului.

funcție de creșterea contrapresiunii; acest sistem se aplică în cazul compresoarelor cu coeficienți de utilizare ridicați;

- mersul în gol, când compresorul funcționează continuu, cu aceeași turație, dar nu debitează aer în rezervorul-tampon; sistemul se aplică în exploatarea instalațiilor de aer comprimat în două variante: prin obturarea aspirației și descărcarea refulării sau prin simpla descărcare a conductei de refulare;

- pornirea și oprirea automată a compresorului; în acest caz frecvența pornirilor nu trebuie să fie mai mare de 15 porniri pe oră, deoarece se uzează rapid contactoarele și întrerupătoarele automate de acționare a motoarelor electrice; pornirea și oprirea automată a compresorului se realizează prin intermediul unui regulator de presiune care primește impulsuri de la aerul comprimat din rezervorul tampon, în funcție de limitele de presiune admise;

- variația turației; sistemul se aplică cel mai bine la compresoarele rotative, deoarece debitul acestora este aproximativ proporțional cu turația lor; față de turația nominală, reglarea turației poate fi permisă cu o creștere de 20 % sau o micșorare de 50 %; realizarea practică a reglării turației poate fi continuă utilizând un demaror cu reglare de turație, în care caz se renunță la rezervorul-tampon, sau în trepte, utilizând motoarele electrice de antrenare cu poli variabili;

- combinarea reglării prin mers în gol cu cea prin oprirea și pornirea automată, reglarea mixtă; sistemul este utilizat în cazul unor variații foarte mari ale debitului de aer comprimat consumat în instalație.

În mod uzual, presiunea aerului comprimat la ieșirea din compresor este de 6...8 bar. Pentru a evita depășirea presiunii maxime a aerului, compresoarele sunt prevăzute cu manometre cu contacte electrice care comandă decuplarea motoarelor electrice de antrenare. De asemenea, pentru protecția instalației contra suprapresiunilor accidentale se prevăd ventile și supape de siguranță cu contragreutate sau cu arc.

Din rezervoarele-tampon aerul comprimat este distribuit în instalația de utilizare, atât la presiunea de comprimare (maximă, de regim), cât și la diverse presiuni de utilizare, după ce în prealabil a fost trecut prin reguatoare (reductoare) de presiune. Pentru a urmări valorile presiunii în diferite puncte ale instalației se folosesc manometre. Montarea rezervoarelor-tampon în paralel asigură continuitatea funcționării întregii instalații în perioadele când unul din rezervoare se află în revizie tehnică.

În figura 8.1.2 se prezintă un exemplu de centrală de aer comprimat.

8.1.1.4 Rețeaua de conducte a instalației centrale de aer comprimat

Distribuția aerului de la centrala de aer comprimat până la punctele de utilizare (consumatori) se face printr-o rețea de distribuție care cuprinde: conducte, robinete de închidere, siguranță și control, aparate de comandă, sepa-

ratoare de apă și ulei, ventile de reducere a presiunii, manometre, lire de dilatare a conductelor etc.

Se utilizează conducte cu țevi din oțel, aluminiu eloxat, cupru sau, în unele cazuri, din materiale plastice. Îmbinările conductelor pot fi: nedemontabile - executate prin sudură - sau demontabile - prin flanșe etanșate cu garnituri și prinse cu șuruburi. Pentru montarea rețelei se folosesc teuri, coturi, reduții etc.

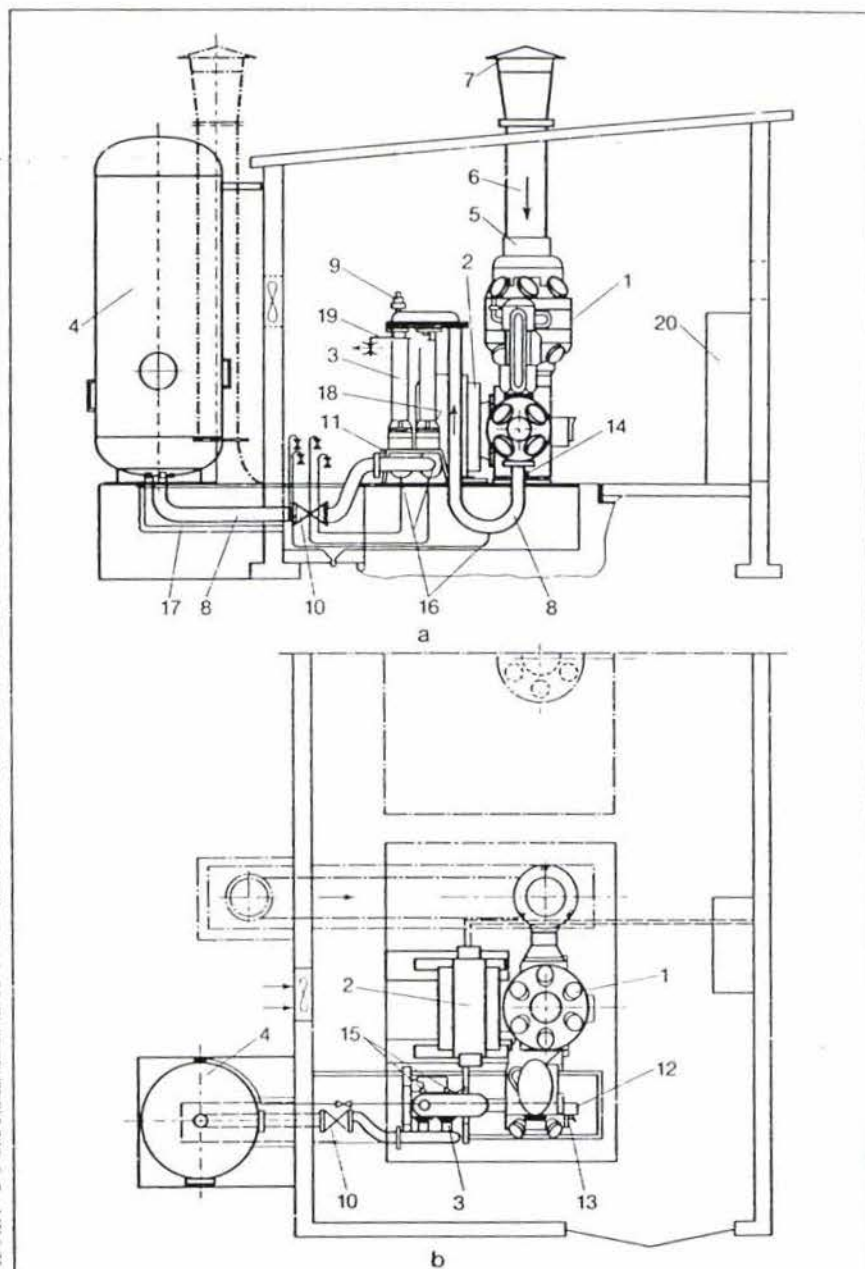


Fig. 8.1.2. Centrală de aer comprimat:

a - vedere; b - plan;

1 - compresor de aer; 2 - motor electric de antrenare a compresorului; 3 - răcitor; 4 - rezervor-tampon; 5 - filtru de aer; 6 - conductă de aspirație a aerului; 7 - prize de aer; 8 - conductă de refulare a aerului; 9 - ventil de siguranță; 10 - robinet de închidere; 11 - robinet de aerisire; 12 și 13 - conducte de comandă; 14 - racord de termometru; 15 - racord pentru comenzi automate de scurgere; 16 și 17 - conducte de scurgere; 18 - conductă de intrare a apei de răcire; 19 - conductă de ieșire a apei de răcire; 20 - tablou electric (cu aparate de măsură și control).

Robinetele de închidere, siguranță și control sunt de construcție obișnuită; până la diametrul de 50 mm se folosesc robinete cu ventil, peste 50 mm diametru se utilizează robinete cu sarter. Pentru mașinile, aparatele și dispozitivele care funcționează cu aer comprimat la o presiune mai mică decât cea de regim, se prevăd reductoare de presiune a căror funcționare se bazează pe efectul de laminare la trecerea aerului prin secțiunea îngustată a unui ventil de laminare.

Tinând seama de valorile presiunii în diferite puncte ale instalației, pentru a dirija circulația corectă a aerului, se prevăd clapete de reținere și robinete de închidere și reglare.

În lungul rețelei are loc condensarea vaporilor de apă din aerul comprimat și, pentru colectarea condensatului, conductele se montează cu o pantă 2...3 % către separatoarele de condensat, din care evacuarea apei se face periodic prin purjare (fig. 8.1.3). Separatoarele pot fi: de linie, prevăzute cu prize pentru racorduri la punctele de utilizare sau finale (fig. 8.1.3). Separarea condensatului se poate realiza prin centrifugare sau gravitațional. Unele tipuri de separatoare sunt prevăzute cu sticlă de nivel.

Rețelele exterioare de aer comprimat se montează aparent (susținute pe stâlpi, estacade etc. și izolate termic) sau îngropat sub adâncimea de îngheț, fiind în prealabil protejate contra coroziunii. Rețelele interioare se montează, în general, aparent.

Distanțele de amplasare a conductelor de aer comprimat față de alte rețele sau obstacole naturale sunt:

- până la zidurile clădirilor fără subsoluri, copaci, partea carosabilă a dru-

murilor: 1 m;

- până la calea ferată sau linii electrice până la 20 kV: 3 m.

8.1.2. Materiale, echipamente și utilaje specifice instalațiilor de aer comprimat

8.1.2.1 Compresoare de aer

Din punct de vedere termodinamic, compresoarele sunt mașini de lucru, care consumă energie (termică și electrică) pentru comprimarea și vehicularea aerului.

Compresoarele de aer se clasifică după următoarele criterii:

- principiul de construcție și funcționare: cu piston având cursă rectilinie; cu piston etajat; rotative (cu piston rotativ și, respectiv, de tip Roots); turbocompresoare (compresoare centrifugale);
- sistemul de antrenare: motocompresoare (antrenate cu motor termic); electrocompresoare (antrenate cu motor electric);
- sistemul de răcire: răcite cu aer (unități mici); răcite cu apă;
- modul de montare: fixe (montate în instalații centrale de aer comprimat); mobile (în instalații locale de aer comprimat);
- debitul de aer comprimat (refulat de compresor): compresoare cu debite mici (sub $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$), cu debite medii (între $0,5$ și $10 \text{ m}^3/\text{min}$), cu debite mari (între 10 și $50 \text{ m}^3/\text{min}$) și debite foarte mari (peste $50 \text{ m}^3/\text{min}$).

Compresoarele de aer se aleg din cataloagele firmelor producătoare, pe baza următoarelor date:

- presiunea nominală și respectiv, presiunea maximă [bar];
- debitul de aer la presiunea și turația nominală, redus la condițiile de aspirație [l/min].

În cataloage sunt date și caracteris-

ticile motorului electric de antrenare a compresorului de aer: tipul; puterea [kW]; turația [rot/min]; tensiunea [V]; frecvența [Hz].

a. Compresoare cu piston având cursă rectilinie

Principiul de funcționare este următorul: sistemul bielă-manivelă montat în carterul compresorului și acționat de un arbore cotit antrenat de un motor, transformă mișcarea de rotație în mișcare de translație a pistonului în interiorul unui cilindru, prevăzut cu o supapă de aspirație și una de refulare. Prin deplasarea pistonului, volumul cuprins între chiulasă și capul pistonului se modifică; în cursa de comprimare, supapa de aspirație se închide și aerul este comprimat până la presiunea de refulare, când supapa de refulare se deschide și aerul este evacuat spre rezervorul-tampon. Comprimarea este însoțită de încălzirea cilindrului, ceea ce reclamă răcirea compresorului.

Cele mai utilizate în instalațiile pentru construcții sunt compresoarele fixe sau mobile cu debite mici și medii, fabricate atât în țară (de uzina TIMPURI NOI - București), cât și de numeroase firme din străinătate. În instalațiile tehnologice din industrie se folosesc compresoare fixe cu debite mari și foarte mari.

Compresoarele mobile (fig. 8.1.4) sunt prevăzute cu un rezervor cilindric orizontal, care are, cu precădere, rolul de amortizare a șocurilor de presiune, datorate debitării pulsatorii a aerului comprimat. De aceea, el are dimensiuni reduse și, de regulă, constituie șasiul pe care se montează compresorul.

În general, agregatul electrocompresor este echipat cu:

- răcitor final cu supapă de reținere încorporată;
- regulator de presiune electropneumatic, care comandă oprirea și pornirea

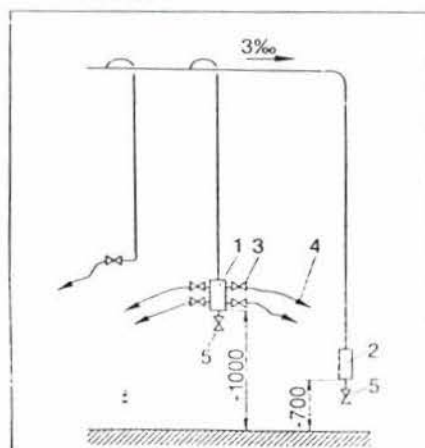


Fig. 8.1.3. Montarea separatoarelor de apă și ulei:

- 1 – separator cu prize de consum;
2 – separator final; 3 – robinet de manevră; 4 – racord flexibil spre consumator; 5 – robinet de golire.

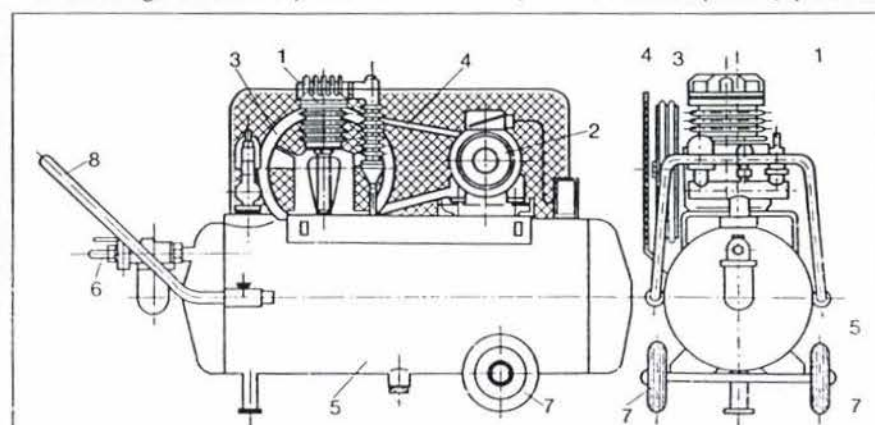


Fig. 8.1.4. Compresor mobil pentru aer comprimat (fabricat de uzina „TIMPURI NOI” - București:

- 1 – compresor cu piston având cursă rectilinie; 2 – motor electric; 3 – volant; 4 – curele trapezoidale; 5 – rezervor (recipient) de aer comprimat; 6 – racord pentru furtun; 7 – roată; 8 – mâner.

compresorului la atingerea, în recipient, a presiunii inițial reglate;

- contactor automat pentru pornirea motorului electric și protecția acestuia în cazul suprasolicităților;

- supapă de siguranță montată pe recipientul de aer care protejează agregatul în cazul suprapresiunii din recipient.

Compresorul este antrenat de un motor electric prin intermediul a două curele trapezoidale.

b. Compresoare rotative (volumetrice)

Se compun dintr-o carcasă prevăzută cu un racord de aspirație și unul de refulare, în interiorul căruia, prin rotația unui piston cilindric (rotor), se realizează comprimarea aerului în volumul variabil cuprins între carcasă și rotor (fig. 8.1.5). Rotorul este prevăzut cu fante radiale, înclinate în direcția rotației, în care glisează lamele, care în timpul rotației presează periferic pe cilindrul carcasei. Aerul aspirat pătrunde în interiorul primelor celule și datorită reducerii continue a volumului celulelor următoare este comprimat și evacuat prin racordul de refulare.

Având o construcție simplă și compactă, compresoarele rotative au și o echilibrare dinamică bună, deci randamente și coeficienți de debit superiori comparativ cu compresoarele cu piston. Au dezavantajul uzurii mai rapide a pieselor în mișcare, dificultăți de etanșare la presiune ridicată și necesită o prelucrare riguroasă a diferitelor repere.

Compresoarele rotative se construiesc pentru presiune de până la 4 bar și debit de până la 100 m³/min.

c. Compresoare centrifugale

Se compun, în principiu, din stator, rotor și colector de aer comprimat.

În compresorul centrifugal, procesul de comprimare are loc sub acțiunea forței centrifuge pe care rotorul o imprimă masei de aer și care asigură, totodată, continuitatea refulării.

Compresoarele centrifugale se folosesc în instalațiile de aer comprimat din industrie, realizând debite de peste

100 m³/min.

8.1.2.2 Rezervoare-tampon pentru aer comprimat

Sunt de formă cilindrică, verticală și se execută cu tablă din oțel protejată la interior și exterior împotriva coroziunii (fig. 8.1.6).

Se execută (în țară de către uzina VULCAN - București) cu capacitate cuprinse între 500 și 5000 l. Fiind recipiente sub presiune, sunt supuse controlului ISCIR.

8.1.2.3 Filtre de aer

Au rolul de a reține impuritățile, în special, praful din aerul atmosferic aspirat de compresor și se montează în baterii, pe conducta de aspirație a compresorului. Din punct de vedere constructiv, filtrele sunt de formă paralelipipedică sau cilindrică, iar materialul filtrant este: tablă expandată, inele ceramice sau metalice, aşchii de oțel, materiale textile etc. Cele mai utilizate sunt filtrele cu umplutură metalică (inele, span etc.) imersate în ulei (fig. 8.1.7) pentru a măări eficacitatea lor prin aderența prafului pe suprafața materialului filtrant, datorită forțelor de adeziune.

Filtrarea avansată a aerului comprimat, necesar în anumite domenii de utilizare (medicină, industria farmaceutică, alimentară, laboratoare etc.), se obține folosind filtre cu cartușe filtrante (produse, în general, de firme din Italia, Franța, Germania etc.) și anume:

- prefiltre (rețin particule cu dimensiuni medii de 3 μm) montate pe conducta de ieșire a aerului comprimat din rezervor;

- fine (rețin particule cu dimensiuni medii de 1 μm), montate pe conducta de ieșire din uscătorul de aer comprimat;

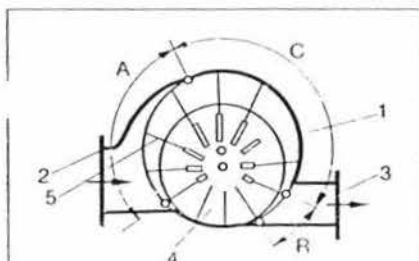


Fig. 8.1.5. Schema de funcționare a compresorului rotativ (volumic):

1 - carcasă; 2 - racord pentru aspirație; 3 - racord pentru refulare; 4 - rotor; 5 - lamele; A - aspirație; C - comprimare; R - refulare.

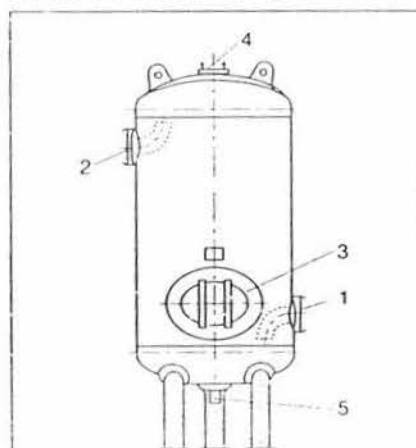


Fig. 8.1.6. Rezervor-tampon de aer comprimat:

1 - racord de intrare; 2 - racord de ieșire; 3 - gură de vizitare; 4 - racord pentru supapa de siguranță; 5 - racord pentru golire.

mat, după prefiltre;

- extrafine (rețin particule cu dimensiuni sub 0,01 μm); rețin toate impuritățile, inclusiv particule de ulei;

- cu carbon (cârbune) activ, cu grade de protecție 100 %, care reține microsurile și vaporii din aerul comprimat.

Filtrele cu cartușe filtrante se produc pentru debite de aer comprimat între 400 și 19000 l/min.

8.1.2.4 Uscătoare de aer comprimat

Au funcționarea prin absorbție și se folosesc în domeniile care necesită absența totală a umidității și condensatului în aerul comprimat, cum sunt: vopsiri de calitate, sablări, transport pneumatic, chimia alimentară, industria farmaceutică etc. Materialul absorbant este alumina activă compactată. Toate elementele uscătorului sunt construite din oțel inoxidabil.

Caracteristicile uscătoarelor de aer comprimat sunt:

- debitul de aer uscat: 250...2200 l/min;
- presiunea maximă de utilizare: 12...16 bar;
- caracteristicile electrice: 230 V, 50 Hz, 250 W;
- diametrele racordurilor pentru aer comprimat: 3/8"; 1/2"; 1".

8.1.3. Dimensionarea conductelor instalațiilor de aer comprimat

Ecuatiile fundamentale care se aplică la calculul conductelor de aer comprimat sunt:

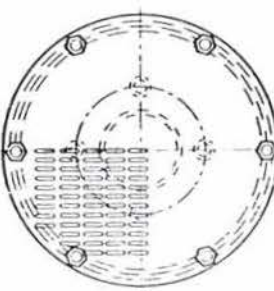
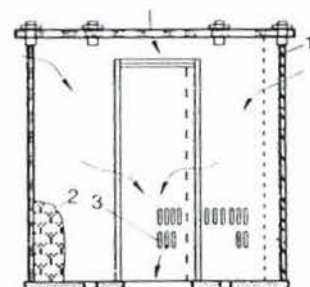


Fig. 8.1.7. Filtru de aer cu umplutură metalică:

1 - admisia aerului; 2 - material filtrant (umplutură metalică); 3 - ieșirea aerului.

• ecuația de continuitate, sub forma:

$$G_a = \rho A v = \text{const.} \quad [\text{kg/s}] \quad (8.1.1)$$

- debitul volumic:

$$V = A v = \text{const.} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (8.1.2)$$

• ecuația de stare a aerului:

$$\frac{p}{\rho} = RT \quad [\text{J/kg}] \quad (8.1.3)$$

Se consideră că, în timpul curgerii, aerul comprimat se destinde izotermic ($T = \text{const}$)

$$\frac{p}{\rho} = \text{const.} \quad [\text{J/kg}] \quad (8.1.4)$$

• ecuația pierderilor de sarcină liniară h_n , numeric egală cu căderea de presiune admisă, Δp_a , pentru dimensionarea conductelor:

$$h_n = \Delta p_a = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho v^2}{d \cdot 2} \quad [\text{Pa}] \quad (8.1.5)$$

în care:

- ρ este densitatea aerului comprimat

[kg/m³];

- p - presiunea aerului comprimat [Pa];

- T - temperatura absolută a aerului comprimat [K];

- R - constanta aerului uscat [J/kgK];

$$R = \frac{p_N}{\rho_N T_N} = \frac{101325}{1293 \cdot 273,15} = 287 \text{ J/kgK}$$

unde:

- $p_N = 101325$ Pa este presiunea atmosferică normală, la temperatura $T_N = 273,15$ K iar $\rho = 1,293$ kg/m³ este densitatea aerului la temperatura T_N și presiunea p_N ;

- $A = \frac{\pi d^2}{4}$ aria secțiunii transversale a conductei, [m²];

- d - diametrul interior al conductei [m];

- l - lungimea conductei [m];

- v - viteza medie a aerului comprimat în secțiunea transversală a conductei [m/s];

- λ - coeficientul de rezistență hidraulică, dependent de regimul de curgere

stabilit după valorile criteriului Reynolds, $Re = (v \cdot d)/\nu$ și de rugozitatea relativă $\Delta = d/k$ a suprafeței interioare a peretelui conductei (pentru aer comprimat, $\lambda = 0,01 \dots 0,02$);

- $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ coeficientul cinematic de vâscozitate a aerului comprimat [m²/s];

- η - coeficientul de vâscozitate dinamică al aerului comprimat [N·s/m²];

- k - rugozitatea absolută a suprafeței interioare a peretelui conductei [m];

- $\Delta p_a = p_i - p_f$ căderea de presiune a aerului comprimat, admisă pentru dimensionarea conductelor [Pa];

- p_i - presiunea inițială, la intrarea aerului comprimat în tronsonul de conductă care se dimensionează [Pa];

- p_f - presiunea finală a aerului comprimat, la ieșirea din tronsonul de conductă care se dimensionează [Pa].

Înlocuind viteza v , a aerului comprimat, din relația 8.1.2 în relația 8.1.5, (cu $A = \pi d^2/4$) și efectuând calculele, se obține următoarea relație pentru determinarea diametrului conductei:

Tabelul 8.1.1. Valorile coeficienților de rezistență locală ζ_i pentru aer comprimat

Rezistența locală			Valorile coeficientului ζ_i									
			Diametrul interior [mm]									
Cot din țevă trasă	90° R=4D		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	90° R=3D		1	1,7	2,5	3,2	4	5	6	7	8	9
Cot turnat			1,5	2,5	4	5	6	7,5	9	11	12,5	14
Cod sudat prin segmente			3,2	7,5	12,5	18	24	30	38	44	50	55
Compensator în formă de liră	R=12D		7,5	17,5	29	42	56	70	87	102	115	137
Idem cu cute			4	9,5	14,5	20	27	33	41	48	54	64
Cot cu cute	R=4D		5	12	18,5	26	34	42	52	61	69	82
	R=3D		1,7	2,8	4,2	5,5	6,5	8,5	10	12	13,5	15
Teu			2,4	4	6,5	8	9,5	12	14,5	17,5	20	23
Teu			3,6	5,5	8	6,3	15,5	21	26	32	36	43
Teu			4,5	7	9,5	14	19	25	31	38	43	51
Teu			5	11,5	17,5	26	36	47	65	74	84	100
Teu			4,5	9	14,5	20	26	34	41	47	54	63
Robinet cu ventil normal cu trecere			13	31	50	73	100	130	160	201	250	270
Robinet cu ventil colțar de trecere			10	20	32	45	61	77	95	115	130	150
Robinet cu ventil inclinat de trecere			2,1	5	8,5	12	16	20	25	33	38	39
Robinet cu ventil de reținere			3,2	7,5	12,5	18	24	30	38	44	50	59
Vană			0,6	1,5	2	3	4	5	6,5	7,5	8,5	10

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{\lambda \cdot p \cdot l \cdot V^2}{\Delta p_a}} \quad [\text{m}] \quad (8.1.6)$$

La aplicarea relației 8.1.6, în general, se dă căderea de presiune admisă Δp_a pentru dimensionarea conductei și se aproximează inițial valoarea lui λ între limitele recomandate.

Coeficientul de rezistență hidraulică λ se calculează aplicând, după caz, următoarele relații:

• conducte cu suprafața interioară a peretelui netedă:

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (8.1.7)$$

$$\text{pentru } \text{Re} < 10^5$$

$$\lambda = 0,0054 + \frac{0,396}{\text{Re}^{0,3}} \quad (8.1.8)$$

$$\text{pentru } 10^5 < \text{Re} < 2 \cdot 10^5$$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \quad (8.1.9)$$

$$\text{pentru } 2 \cdot 10^5 < \text{Re} < 10^8$$

• conducte cu suprafața interioară a peretelui rugoasă:

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \log \frac{d}{k} + 1,138\right)^2} \quad (8.1.10)$$

cu următoarele valori pentru k [mm]:

• conducte din oțel sau fontă:

$k = 0,5 \dots 1,0$ (conducte noi);

$k = 1,0 \dots 1,5$ (conducte vechi);

$k = 1,5 \dots 3,0$ (conducte vechi cu asperități pronunțate);

• furtun din cauciuc: $k = 2,0 \dots 2,5$.

Pierderile de sarcină liniare h_{li} se calculează cu relația 8.1.5, în care se introduce valoarea calculată a coeficientului λ .

Pierderile de sarcină locale se calculează cu relația:

$$h_{ll} = \sum_{i=1}^n \zeta_i \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (8.1.11)$$

în care ζ_i sunt coeficienții de pierdere de sarcină locală, având valori date în tabelul 8.1.1.

Pierdere totală de sarcină (liniară și locală) h_t , pe tronsonul de conductă dimensionat, este:

$$h_t = h_{li} + h_{ll} \quad [\text{Pa}] \quad (8.1.12)$$

Dimensionarea este corectă, dacă se îndeplinește condiția:

$$h_t = \zeta \Delta p_a \quad [\text{Pa}] \quad (8.1.13)$$

Pentru rețele ramificate se determină pierdere totală de sarcină a aerului comprimat, pe traseul principal (cel mai dezavantajat) al rețelei și se verifică relația 8.1.13, în care caz Δp_a este căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor (montate în serie) care alcătuiesc acest traseu. Dacă relația 8.1.13 nu este îndeplinită, se corectează diametrele anumitor tronșoane, cu condiția ca acestea să fie continuu crescătoare de la cel mai dezavantajat punct consumator al rețelei până la compresor.

Exemplu de calcul

Să se dimensioneze o conductă

dreaptă din oțel cu rezistențe locale neglijabile, având lungimea $l = 300$ m, care transportă un debit de aer comprimat $G_a = 0,320$ kg/s, cunoscând că presiunea inițială absolută este $p_i = 6,3$ bar, iar căderea de presiune admisă este de 10 % din presiunea inițială. Temperatura aerului comprimat este egală cu temperatura mediului ambiant, și anume, 20 °C. Se dă: $\eta = 18,2 \cdot 10^{-6}$ N·s/m² la temperatura aerului comprimat de 20 °C.

Rezolvare. Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei este:

$$\Delta p_a = \frac{10}{100} p_i = \frac{10}{100} 6,3 = 0,63 \text{ bar} = 0,63 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

unde $p_i = 6,3 \cdot 10^5$ Pa este presiunea inițială absorbită a aerului comprimat.

Se calculează densitatea aerului comprimat ρ aplicând relația 8.1.3 pentru starea de referință normală ($T_N = 273,15$ K și $p_N = 101325$ Pa = 1,01325 bar) și respectiv, pentru starea inițială a aerului comprimat din conductă ($T = 293,15$ K și $p_i = 6,3$ bar):

$$\rho = \rho_N \frac{p}{p_N} \frac{T_N}{T} = 1,293 \frac{6,3}{1,01325} \frac{273,15}{293,15} = 7,49 \text{ kg/m}^3$$

unde $\rho_N = 1,293$ kg/m³ este densitatea aerului la starea de referință normală.

Debitul volumic de aer comprimat, ținând seamă de relațiile 8.1.2 și 8.1.1 este:

$$V = \frac{G_a}{\rho} = \frac{0,320}{7,49} = 0,043 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se alege, preliminar, $\lambda = 0,015$ și se calculează diametrul interior al conductei, aplicând relația 8.1.6:

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{0,015 \cdot 7,49 \cdot 300 \cdot 0,043^2}{0,63 \cdot 10^5}} = 0,06 \text{ m} = 60 \text{ mm}$$

Se calculează viteza medie a aerului comprimat în conductă v , aplicând relația 8.1.2:

$$v = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,043}{3,14 \cdot 0,06^2} = 14,85 \text{ m/s}$$

Coeficientul cinematic de vâscozitate se determină cu relația:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{18,2 \cdot 10^{-6}}{7,49} = 2,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Se calculează criteriul Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu} = \frac{14,85 \cdot 0,06}{2,43 \cdot 10^{-6}} = 3,66 \cdot 10^5$$

și se constată că pentru calculul coeficientului de rezistență hidraulică λ se recomandă aplicarea relației 8.1.9:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{(3,66 \cdot 10^5)^{0,237}} = 0,014$$

Se calculează pierdere de sarcină liniară h_{li} , aplicând relația 8.1.5:

$$h_{li} = h_{ll} = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v^2}{d \cdot 2} = \frac{0,014 \cdot 300 \cdot 7,49 \cdot 14,85^2}{0,06 \cdot 2}$$

$$= 57810 \text{ Pa} = 0,578 \text{ bar}$$

Pierderile de sarcină locală fiind neglijabile (conform enunțului problemei) rezultă că pierdere totală de sarcină (relația 8.1.13) este $h_t = h_{li} = 0,578$ bar și se constată că relația 8.1.13 este îndeplinită ($h_t < \Delta p_a$).

8.2. Instalații de oxigen

8.2.1. Proprietățile și utilizările oxigenului

Oxigenul este un gaz incolor, fără miros și fără gust, nu arde, întreține arderea și nu este otrăvitor.

Densitatea oxigenului gazos la temperatura $T_N = 273,15$ K (0 °C) și presiunea atmosferică normală $p_N = 1,01325$ bar (760 mm Hg) este $\rho_N = 1,429$ kg/m³. La presiunea atmosferică normală și la temperatura de -183 °C, oxigenul se transformă într-un lichid de culoare albăstrui. Dintr-un litru de oxigen lichid se formează prin evaporare, în condiții normale, 0,79 m³ de oxigen gazos. La temperatura de -218,4 °C și presiunea atmosferică de 760 mmHg, oxigenul se solidifică.

Împreună cu gazele combustibile (acetilena, metanul, butanul etc.) oxigenul formează amestecuri explozibile. Grăsimile și uleiurile în contact cu oxigenul se autoaprind, proprietate care poate da loc la accidente grave, în special în cazul manevrării instalațiilor de transport sau de utilizare a oxigenului, cu scule murdare.

Datorită proprietăților sale, oxigenul este utilizat sub formă gazoasă într-o serie de procese tehnologice industriale și în diverse alte sectoare, cum ar fi: în instalațiile pentru tăierea și sudarea metalelor; în industria chimică; în siderurgie; în medicină etc.

8.2.2. Soluții constructive și scheme pentru instalații de oxigen

8.2.2.1 Instalații pentru distribuția și utilizarea oxigenului gazos

Punctele de lucru (consumatorii) se alimentează cu oxigen în două moduri:

• centralizat, de la o stație (rampă) de distribuție a oxigenului, printr-o rețea de conducte la care sunt racordate posturile de distribuție a oxigenului pentru punctele de lucru permanente;

• local, direct din butelii, când sunt în număr mic și răspândite la distanțe mari în incinta respectivă.

* a. Stații centralizate (rampe) de distribuție a oxigenului

Rampele de distribuție a oxigenului

(fig. 8.2.1) se fac duble; în timp ce se consumă gaz dintr-o parte, cealaltă parte se pregătește pentru a intra în funcțiune. Din butelii, oxigenul se descarcă prin serpentine din cupru (care au rolul de a atenua unda de șoc la scăderea presiunii), în distribuitorul rampei.

Cele două distribuitoare ale rampei sunt separate prin robinete cu ventili de închidere, care permit scoaterea sau punerea în funcțiune a fiecăreia dintre ele. Presiunea oxigenului în distribuitorul rampei este indicată de un manometru prevăzut cu robinet de control. Pentru eliminarea apei rezultată din condensarea vaporilor de apă din oxigen, la distribuitor se montează un sifon de condensat prevăzut cu robinet de purjare.

Din distribuitor, oxigenul trece prin reductorul de presiune și mai departe, în instalația de utilizare.

b. Posturi de distribuție a oxigenului (fig. 8.2.2)

Sunt alcătuite dintr-un distribuitor prevăzut cu prize (racorduri) pentru alimentarea cu oxigen a punctelor de lucru permanente. Distribuitorul este alimentat cu oxigen din conducta principală de distribuție, printr-un racord prevăzut cu robinet.

Fiecare priză este alcătuită dintr-un stuț de teavă sudat pe distribuitor, la care se montează un robinet de colț cu ventili, reductorul de presiune și furtunul din cauciuc cu inserție din pânză, pentru racord la aparatul de utilizare.

c. Rețeaua de conducte pentru distribuția oxigenului

De la stația de distribuție, oxigenul este transportat până la posturile de distribuție sau direct la punctele de lucru prin rețele de conducte. În procesul de curgere prin conducte, oxigenul se destinde și se răcește, ținând seama că un metru cub de oxigen saturat, la temperatura de $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, conține 30,3 g vapor de apă, iar la $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ numai 4,84 g vapor de apă, rezultă necesitatea montării unor separatoare de con-

densat prevăzute cu robinete de purjare, în punctele joase ale rețelei.

8.2.2.2 Instalații pentru transportul și distribuția oxigenului lichid

Transportul oxigenului lichiefiat este mai ieftin, iar greutatea recipientelor necesare este mai mică decât în cazul depozitării și transportului oxigenului gazos, comprimat în butelii.

Pentru transportul și utilizarea oxigenului lichid sunt necesare: o cisternă mobilă și un gazeificator pentru transformarea oxigenului lichid în gaz, la presiunea de lucru.

Rezervorul pentru oxigen lichid (fig. 8.2.3) se compune dintr-o sferă din alamă câptusită cu un material termozolant (carbonat de magneziu MgCO_3) protejat de mantaua din oțel. Rezervo-

rul este prevăzut cu o gură de vizitare (control). Umplerea și golirea rezervorului cu oxigen lichid se efectuează printr-o conductă prevăzută cu un robinet de închidere.

Instalația de gazeificare (fig. 8.2.4) este compusă din următoarele părți principale: rezervorul (recipientul) A, care servește pentru depozitarea oxigenului lichid sub presiune, preîncălzitorul B cu două serpentine, pentru evaporarea oxigenului lichid, recipientul de rezervă pentru oxigenul gazos C și tabloul de distribuție D.

Caracteristicile tehnice ale gazeificatoarelor reci sunt următoarele: capacitatea recipientului sferic 1000 l; presiunea maximă de lucru 15 bar; debitul la presiunea de lucru de 5...15 bar este de 75...100 m^3/h .

Fig. 8.2.2. Post de distribuție a oxigenului:

a – reprezentarea schematică a instalației; *b* – schema de montare;
1 – conducta exterioră pentru distribuția oxigenului; 2 – perete exterior; 3 – tub de protecție; 4 – rețea interioară pentru distribuția oxigenului; 5 – robinet principal; 6 – distribuitor cu patru prize; 7 – robinet de colț cu ventili; 8 – reductor de presiune pentru oxigen (tip RP15/56x150, STAS 7448); 9 – furtun din cauciuc; 10 – separator de condensat; 11 – robinet de purjare; 12 – indicator cu instrucțiuni de securitate pentru oxigen.

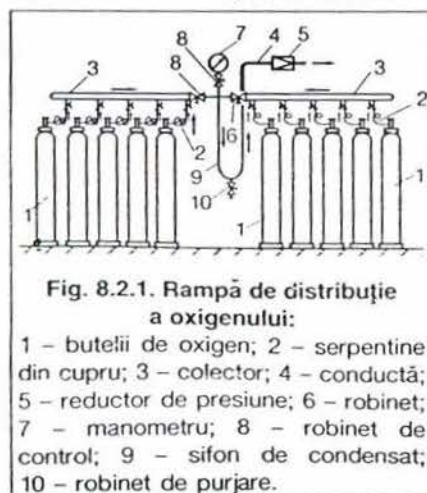
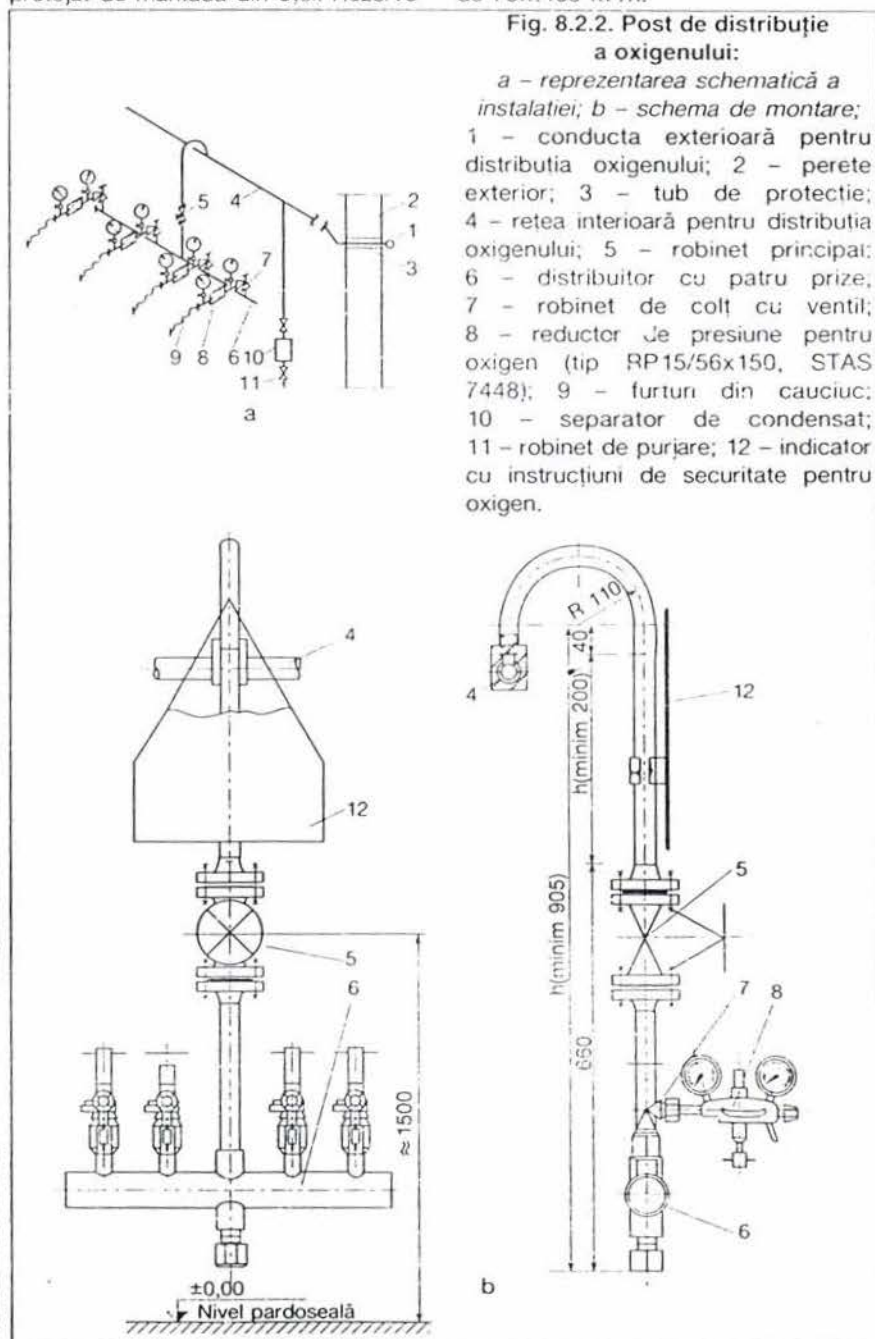


Fig. 8.2.1. Rampă de distribuție a oxigenului:

1 – butelii de oxigen; 2 – serpentine din cupru; 3 – colector; 4 – conductă; 5 – reductor de presiune; 6 – robinet; 7 – manometru; 8 – robinet de control; 9 – sifon de condensat; 10 – robinet de purjare.



8.2.3. Materiale, echipamente și aparate pentru instalații de oxigen

8.2.3.1 Conducte și armături

Pentru transportul oxigenului până la presiuni de 30 bar se folosesc țevi trase din oțel; peste această presiune se folosesc țevi trase din cupru, care nu sunt corodate de oxigen, eliminându-se astfel și pericolul oxidării („arderii”) rapide a lor, ca urmare a descărcărilor electrice accidentale în curentul de gaz sau din cauza aprinderii particulelor de rugină, ca o consecință a frecării gazului de suprafața interioară a pereților conductei din oțel. Descărcarea electrică este posibilă mai ales în sectorul situat imediat după ventilul care se găsește pe conductă, deoarece în momentul închiderii sau deschiderii acestuia, oxigenul trece prin el cu viteză critică, adică cu viteză propagării unei

de presiune în mediul respectiv. Ca măsură de protecție împotriva „arderii” conductei din oțel se recomandă ca, imediat după ventile, să se introducă segmente de țevă din cupru sau din alamă.

Toate conductele din oțel pentru transportul oxigenului se îmbină prin sudură, iar cele din cupru, fie prin sudură, fie prin lipitură tare. Flanșele sau manșoanele cu filet se folosesc numai la asamblarea armăturilor.

Armăturile montate pe conductele de oxigen, cum sunt robinetele cu ventile de închidere și reglare sunt confecționate din bronz sau alamă. Oțelul inoxidabil protejează armătura împotriva coroziunii, dar și împotriva arderii, deoarece oțelurile inoxidabile nu ard în oxigen.

Diametrele nominale standardizate ale robinetelor de închidere și reglare pentru oxigen sunt: 15, 20, 25, 40 și 50 mm.

8.2.3.2 Butelii de oxigen

Buteliile de oxigen (fig. 8.2.5) se confecționează din oțel, prin laminare fără sudură și trebuie să reziste la o presiune de 250...300 bar. După fabricare, buteliile sunt verificate cu atenție (eventual supuse la raze X) să nu aibă fisuri, crăpături sau coroziuni. Butelia obișnuită are capacitatea de 40 l, înălțimea de 1390 mm, diametrul interior de 219 mm, grosimea peretilor 7...8 mm; greutatea buteliei umplute cu oxigen este de 81 kg.

Volumul buteliilor se măsoară prin umplerea lor cu apă și se marchează, prin imprimare, la exteriorul buteliilor.

Suportul dreptunghiular de la partea inferioară, confecționat cu tablă din oțel, împiedică rostogolirea buteliei în

timpul transportului, când ea este așezată orizontal.

La partea superioară a buteliei se montează un robinet cu ventil (fig. 8.2.6), STAS 2499, care servește pentru închiderea și pentru racordarea reductorului de presiune. Robinetul se confecționează din alamă și nu trebuie uns cu lubrifiant, deoarece, din cauza frecării, se poate provoca ușor o auto-aprindere urmată de explozia buteliei.

Pentru a evita o schimbare la umplerea cu diferite gaze industriale, buteliile

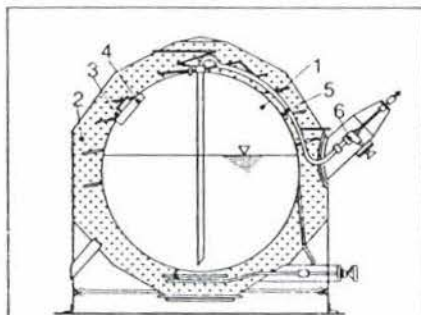


Fig. 8.2.3. Rezervor pentru oxigen lichid:

- 1 - rezervor sferic din alamă;
- 2 - termoizolație; 3 - manta din oțel;
- 4 - gură de vizitare; 5 - conductă;
- 6 - robinet.

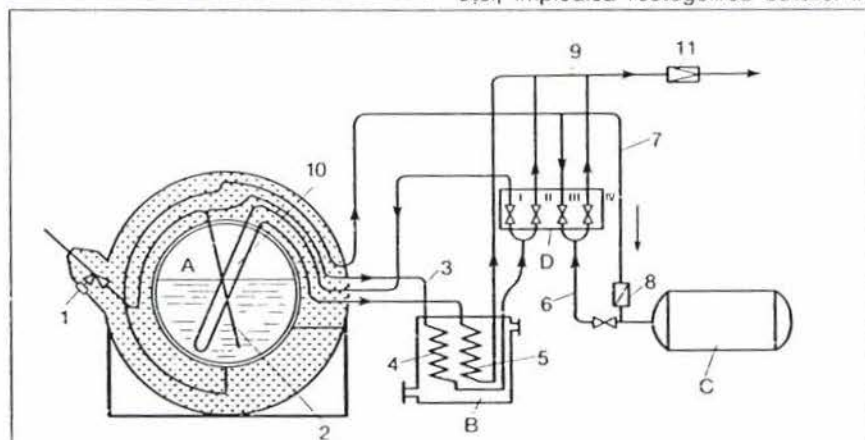


Fig. 8.2.4. Schema de principiu a instalației de gazeificare a oxigenului lichid:

- 1 - robinet de umplere a rezervorului cu oxigen lichid; 2 - conductă de umplere;
- 3 - conductă de ieșire a oxigenului lichid din rezervor; 4 - serpentina principală;
- 5 - serpentina secundară; 6 - conductă de legătură; 7 - conductă de intrare a oxigenului gazos;
- 8 - ventilul de reținere; 9 - conductă de ieșire a oxigenului gazos (spre consumatori); 10 - vaporizator;
- 11 - reductor de presiune pentru oxigen gazos; A - rezervor cu oxigen lichid; B - preîncălzitor; C - recipient pentru oxigen gazos; D - tablou de distribuție.

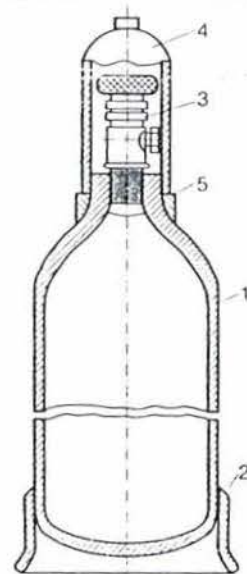


Fig. 8.2.5. Butelie de oxigen:

- 1 - corpul buteliei; 2 - suport cu baza dreptunghiulară; 3 - robinet de închidere;
- 4 - capac; 5 - inel.

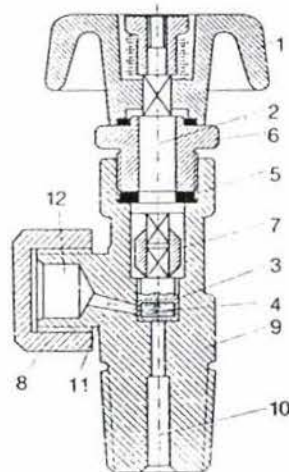


Fig. 8.2.6. Robinet cu ventil pentru butelia de oxigen:

- 1 - rozetă; 2 - tijă; 3 - ventil;
- 4 - pastila ventilului (ebonită); 5 - garnitură; 6 - bucsă; 7 - corpul ventilului;
- 8 - capac-piulă; 9 - corp conic; 10 și 11 - canale de evacuare a oxigenului din robinet; 12 - racord la reductorul de presiune.

pentru oxigen se vopsesc pe partea conică cu un inel de culoare albastră deschisă, cu lățimea de 5 cm (conform STAS 2031).

8.2.3.3 Reductoare de presiune pentru oxigen

Cele de construcție românească, conform STAS 7448 (fig. 8.2.7), se compun dintr-un corp, care se atașează printr-o țevă prevăzută cu o piuliță, la robinetul buteliei de oxigen. Prin deschiderea robinetului buteliei, oxigenul pătrunde prin niste canale, în camera reductorului, în care are loc reducerea presiunii prin efectul de laminare, la trecerea oxigenului prin secțiunea eliberată de ventil și membrana elastică aflată în echilibru dinamic sub acțiunea forței de presiune a gazului și a forței elastice a unui resort. Presiunea redusă este reglată prin modificarea forței elastice a resortului, manevrând șurubul de reglare a reductorului.

8.2.4. Dimensionarea conductelor de distribuție a oxigenului gazos

Procesul de curgere a oxigenului gazos în conducte are loc cu destindere izotermă, astfel că, la dimensionarea conductelor se aplică aceleași relații generale de calcul ca și la aerul comprimat (§ 8.1.3)

Diametrul interior al conductelor se calculează cu relația:

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{\lambda \cdot p \cdot l \cdot V^2}{\Delta p_s}} \quad [\text{m}] \quad (8.2.1)$$

în care:

- ρ este densitatea oxigenului [kg/m^3];
- λ - coeficientul de rezistență hidraulică (se recomandă valoarea medie $\lambda = 0,02$);
- l - lungimea tronsonului de conductă [m];
- V - debitul volumic de oxigen gazos [m^3/s];
- $\Delta p_a = p_i - p_f$ - căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor, numeric egală cu pierderea de sarcină [Pa]; se recomandă:
 $\Delta p_a = (0,002 \dots 0,05) p_i$;
- p_i - presiunea inițială (în secțiunea de intrare a oxigenului în conductă), [bar]; pentru primul tronson al rețelei (racordat la butelia de oxigen),
 $p_i = 150 \text{ bar} = 150 \cdot 10^5 \text{ Pa}$;
- p_f - presiunea finală, la ieșirea oxigenului din tronsonului de conductă care se dimensionează [Pa].

Exemplu de calcul

Se dimensionează o conductă dreaptă cu lungimea $l = 20 \text{ m}$ pentru transportul unui debit de $0,30 \text{ kg/s}$ oxigen gazos, la temperatura de 20°C , cu-

noscând următoarele date: $p_i = 150 \text{ bar}$; $\Delta p_a = 0,01 \cdot p_i$; $\lambda = 0,02$.

Rezolvare. Densitatea oxigenului la temperatura de 20°C ($293,15 \text{ K}$) și presiunea absolută de 150 bar , este:

$$\rho = \rho_N \frac{p}{p_N} \frac{T_N}{T} = 1,429 \frac{150}{1,01325} \frac{273,15}{293,15} = 197,1 \text{ kg/m}^3$$

unde $\rho_N = 1,429 \text{ kg/m}^3$ este densitatea oxigenului la starea normală ($p_N = 1,01325 \text{ bar}$ și $T_N = 273,15 \text{ K}$).

Debitul volumetric de oxigen gazos:

$$V = \frac{0,30}{197,1} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei:

$$\Delta p_a = 0,01 \cdot 150 = 1,5 \text{ bar} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Diametrul interior al conductei de oxigen:

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{0,02 \cdot 197,120 (1,52 \cdot 10^{-3})^2}{1,5 \cdot 10^5}} = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

8.3. Instalații de acetilenă

8.3.1. Proprietățile și utilizările acetilenei

Acetilena (C_2H_2) este un gaz combustibil, generat prin reacția chimică dintre carbura de calciu (carbide) și apă.

Acetilena este o hidrocarbură nesaturată. Un kilogram de acetilenă conține 92,3 % carbon și 7,7 % hidrogen.

Masa moleculară a acetilenei este $M_{\text{C}_2\text{H}_2} = 26,039 \text{ kg/kmol}$. Densitatea acetilenei la starea normală ($p_N = 1,01325 \text{ bar}$ și $T_N = 273,15 \text{ K}$) este $\rho_{\text{a}N} = 1,168 \text{ kg/m}^3$.

Acetilena pură este un gaz incolor, cu miros slab eteric și cu gust dulceag. Aspirată timp mai îndelungat, provoacă amețeli, chiar otrăviri. Acetilena tehnică conține o serie de impurități, în primul rând hidrogen fosforat (H_3P) și hidrogen sulfurat (H_2S), datorită cărora are un miros iritant.

Acetilena în stare gazoasă formează cu aerul amestecuri explozibile. Limitele de explozie, exprimate în concentrații volumice, sunt: inferioară 2,40 % și superioară 82 %.

La presiunea absolută de 67 bar și temperatura de -37°C , acetilena se lichifiează.

Acetilena aprinsă în atmosfera liberă arde liniștit. La o concentrație volumică de 10 % acetilenă în aer, viteza maximă de ardere este de 1,31 m/s.

Quantitatea teoretică de oxigen necesar arderii complete a acetilenei la starea normală este:

$2,50 \text{ m}^3 \text{N-O}_2 / \text{m}^3 \text{N-C}_2\text{H}_2$, iar cantitatea teoretică de aer necesar arderii este $11,90 \text{ m}^3 \text{N aer} / \text{m}^3 \text{N-C}_2\text{H}_2$.

Temperatura teoretică de ardere a acetilenei, la starea normală, este 2933 K iar temperatura medie de ardere, rezultată din măsurători, este de 2598 K. Temperatura de autoaprindere a acetilenei este de 578 K.

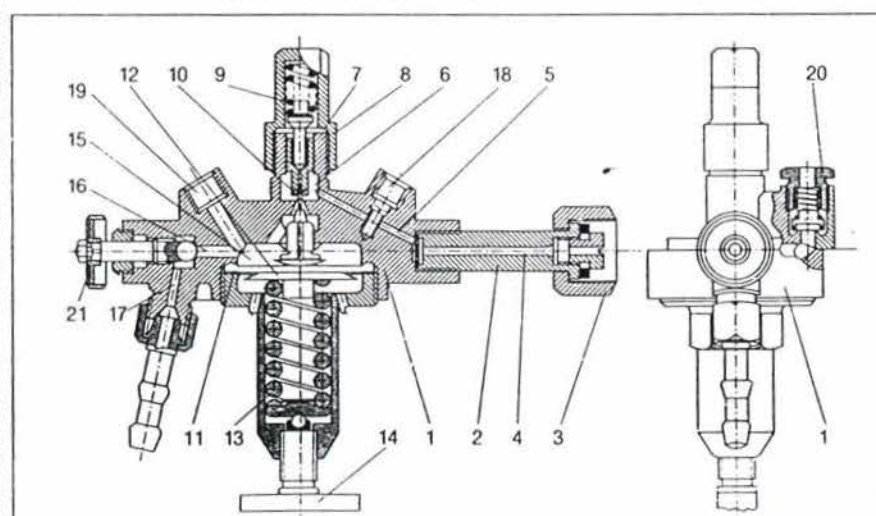


Fig. 8.2.7. Reductorul de presiune pentru oxigen (STAS 7448):

1 - corp; 2 - țevă de legătură la butelia de oxigen; 3 - piuliță de racord la robinetul buteliei de oxigen; 4 și 5 - canale pentru admisia oxigenului din butelie în reductor; 6 - cameră; 7 - ventil; 8 - garnitură; 9 - arc spiral; 10 - cui; 11 - membrană elastică; 12 - disc; 13 - arc de reglare (resort); 14 - șurub de reglare; 15 - cameră; 16 și 17 - canale de evacuare a oxigenului cu presiunea redusă, din reductor; 18 - racord cu filet pentru manometrul care măsoară presiunea înaltă a oxigenului din butelie; 19 - racord cu filet pentru manometrul care măsoară presiunea redusă (de utilizare) a oxigenului; 20 - supapă de siguranță; 21 - roțiță pentru acționarea ventilului de închidere a evacuării oxigenului cu presiune redusă.

Puterea calorică inferioară a acetilenei, la starea normală, este:
 $P_{ci} = 56337 \text{ KJ/m}^3_N$.

8.3.2. Soluții constructive și scheme pentru instalații de acetilenă

8.3.2.1 Stații centrale pentru producerea și distribuția acetilenei

Acetilena produsă în generator (fig. 8.3.1), trece prin supapa hidraulică de siguranță, în aparatul de spălare și răcire și apoi intră în rezervorul de gaz (gazometru), unde este înmagazinată sub presiune constantă. Impuritățile din acetilenă sunt reținute într-un aparat de epurare.

Pentru reducerea și reglarea presiunii acetilenei necesare la anumite puncte de lucru se utilizează reductoare de presiune.

Instalațiile pentru producerea acetilenei se amplasează, de regulă, într-o clădire comună cu stația pentru distribuția oxigenului, dar în încăperi complet separate (fig. 8.3.2).

Clădirea stației de acetilenă trebuie executată din material neinflamabil și cu acoperiș ușor. Pardoseala încăperii se face din ciment acoperit eventual cu bitum. Iluminarea artificială se admite numai exterior prin ferestre. Întreaga rețea electrică trebuie să fie exterioară. Ușile și ferestrele se vor deschide în afară. Încălzirea stației se va face cu agent termic abur sau apă caldă. Depozitul de carbură nu trebuie încălzit, ci numai ventilat pe cale naturală sau cu instalație de ventilare mecanică.

8.3.2.2 Rețele de conducte pentru distribuția acetilenei

Rețeaua de distribuție face legătura dintre stația centrală de acetilenă și consumatori (puncte de lucru) și se compune din conductele din afara atelierelor (conducte exterioare) și conductele din ateliere.

Conductele pentru transportul și distribuția acetilenei se execută cu țevi negre din oțel și se instalează pentru o presiune de cel mult 1,5 bar.

Se evită întrebuințarea țevilor din cupru, deoarece în contact mai îndelungat cu acetilena se formează acetilura de cupru C_2Cu_2 , combinație care explodează la încălzire.

La locul derivațiilor pentru acetilenă se intercalează câte o supapă hidraulică de siguranță, iar deasupra lor se montează pâlnii de ventilare.

În ateliere, conductele se amplasează fie în canale sub pardoseală, fie pe pereții și stâlpii atelierului. Conductele amplasate în canale se bituminează și se înfășoară cu pânză de sac.

În punctele cele mai joase ale rețelei

se montează oale de condensat, pentru eliminarea vaporilor de apă care se separă din acetilenă prin condensare.

Rețelele exterioare se pot monta aerian, pe suporturi din materiale incombustibile sau în canale din zidărie sau beton îngropate în sol (fig. 8.3.3), prevăzute cu două compartimente, separate de un perete despărțitor. Într-un compartiment se montează conducta de oxigen, iar în celălalt conducta de acetilenă. În dreptul îmbinărilor conductei de acetilenă se prevăd tuburi de evacuare (răsufletori) care se retrag la peretele hălei și se montează pe înălțimea acestuia până deasupra acoperi-

șului sau terasei.

Pe traseele exterioare comune din incintele industriale, conductele de acetilenă se montează la circa 500 mm deasupra celor de oxigen. Sunt interzise traseele exterioare comune cu cabluri electrice sau conducte termice, pentru evitarea pericolului de incendiu și explozie.

8.3.2.3 Instalații locale pentru distribuția și utilizarea acetilenei

Pentru punctele de lucru nepermanente, se poate utiliza fie un generator portabil de acetilenă, prevăzut cu supapă hidraulică de siguranță, fie butelii cu

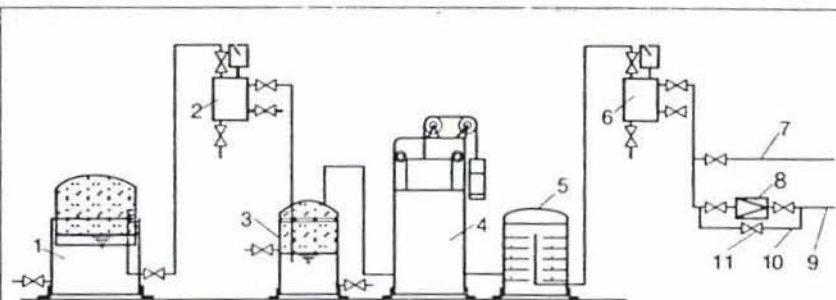


Fig. 8.3.1. Schema instalației (stației) centrale pentru producerea și distribuția acetilenei:

1 – generator de acetilenă; 2 și 6 – supapă hidraulică de siguranță; 3 – aparat de spălare și răcire a acetilenei; 4 – gazometru; 5 – aparat de epurare a acetilenei; 7 – conductă de distribuție a acetilenei; 8 – reductor de presiune; 9 – conductă de distribuție a acetilenei cu presiune redusă; 10 – conductă de ocolire; 11 – robinet.

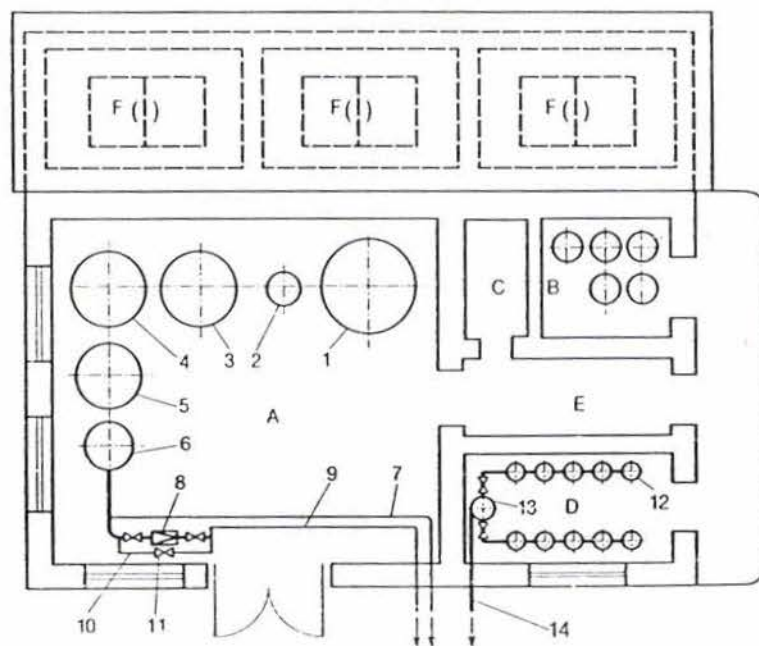


Fig. 8.3.2. Stația centrală de acetilenă:

A – încăperea generatorului de acetilenă; B – depozitul intermediar pentru carbură (carbură de calciu); C – încăperea pentru deschiderea butoaielor de carbură; D – încăperea stației (rampei) de distribuție a oxigenului; E – cameră tampon (sas); F – bazine pentru nămol de var; rețeaua 1...11 ca la figura 8.3.1; 12 – butelii de oxigen; 13 – reductor de presiune pentru oxigen; 14 – conductă de distribuție a oxigenului.

acetilenă dizolvată. Distribuția acetilenei la aparatele de utilizare (arzătoare) se face prin furtun din cauciuc.

8.3.3. Materiale și aparate pentru instalațiile de acetilenă

8.3.3.1 Generatoare de acetilenă

Sunt aparate în care are loc reacția chimică între carbid și apă pentru formarea acetilenei, se clasifică după următoarele criterii:

- presiunea limită a acetilenei generate: generatoare de presiune mică - cu o suprapresiune (față de presiunea atmosferică) până la 0,1 bar; generatoare de presiune mare - peste 1,5 bar;
- modul de contact dintre carbid și apă: căderea carbidului în apă; curgerea apei peste carbid; contact tem-

porar între carbid și apă (și anume inundarea carbidului în apă sau imersiunea în apă a carbidului conținut într-o colivie perforată);

- posibilitățile de transport: aparate portabile (mici), semiportabile și fixe.

Generatorul cu funcționare prin căderea carbidului în apă (fig. 8.3.4) este alcătuit, în principal, dintr-un recipient parțial umplut cu apa necesară reacției și un clopot mobil. La scăderea presiunii în spațiul cu gaz, clopotul coboară simultan cu o tijă ghidată de un inel; coborârea este limitată de un opritor. Această deplasare determină ridicarea conului de închidere care permite căderea carbidului din rezervorul de carbid în spațiul cu apă al recipientului. Presiunea acetilenei generate ridică din nou clopotul și închide conul de alimentare cu carbid. Acetilena trece prin conducta imersată în spațiul de apă și printr-un robinet spre instalația de utilizare. Nămolul adunat pe fundul vasului se elimină periodic prin robinetul de purjare.

Acest tip de generator este utilizat în

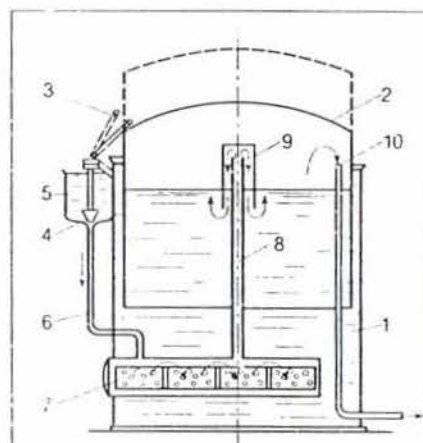


Fig. 8.3.5. Schema generatorului de acetilenă cu funcționare prin căderea apei peste carbid:

1 - recipient; 2 - clopot; 3 - pârghie; 4 - ventil; 5 - rezervor de apă; 6 - conductă pentru alimentare cu apă peste carbid; 7 - sertar; 8 - teavă imersată pentru acetilenă; 9 - supapă hidrolică de siguranță; 10 - teavă imersată pentru evacuarea acetilenei.

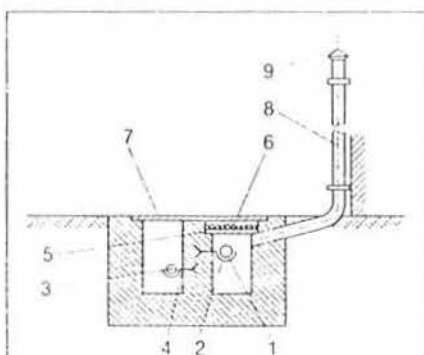


Fig. 8.3.3. Montarea conductei de acetilenă în canal comun cu conducta de oxigen:

1 - conducta de acetilenă; 2 și 4 - console; 3 - conducta de oxigen; 5 - placă perforată; 6 - strat izolator; 7 - capac; 8 - tub de evacuare a scăpărilor de acetilenă; 9 - căciulă de protecție.

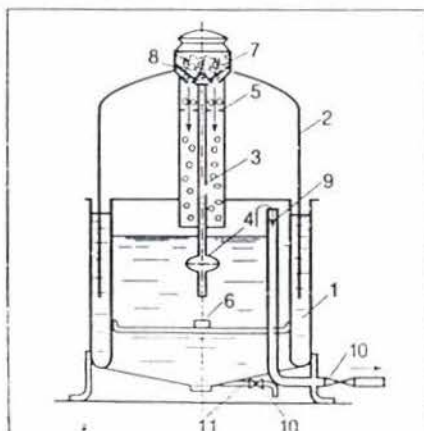


Fig. 8.3.4. Schema generatorului de acetilenă cu funcționare prin căderea carbidului în apă:

1 - recipient; 2 - clopot; 3 - tijă; 4 - plutitor; 5 - opritor; 6 - ghidaj; 7 - coș de carbid (siloz); 8 - clapet articulat; 9 - teavă imersată pentru acetilenă; 10 - robinet de închidere; 11 - conductă de golire.

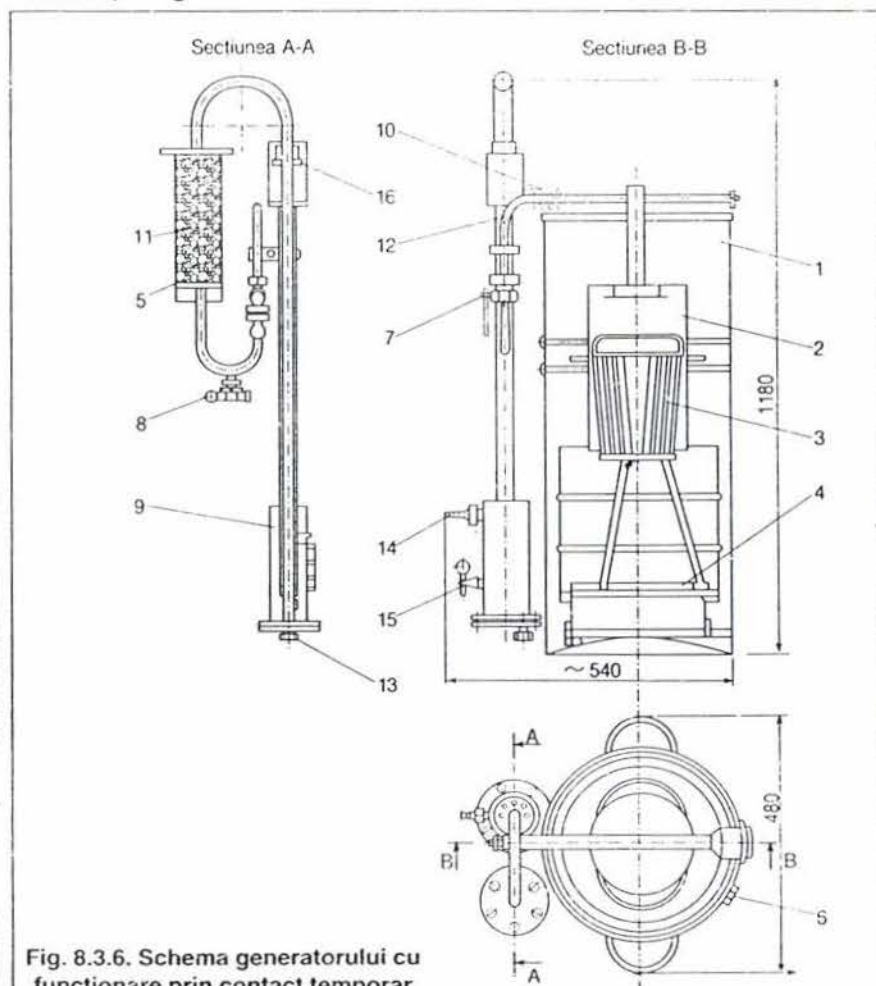


Fig. 8.3.6. Schema generatorului cu funcționare prin contact temporar între apă și carbid:

1 - corpul generatorului; 2 - colector de gaz; 3 - coș de carbid; 4 - suport; 5 - filtru de acetilenă; 6 - ștuț de golire; 7 și 8 - robinete cana; 9 - supapă hidrolică; 10 - bridă; 11 - umplutură de cocs metalurgic; 12 - conductă de racord; 13 - piuliță-dop; 14 - racord pentru furtun; 15 - robinet de nivel; 16 - pâlnie.

instalațiile stabile având o productivitate de peste 20 m³/h. Randamentul său este de 50...80 %, iar gazul produs este uscat și răcit.

Generatorul cu funcționare prin curgerea apei peste carbid (fig. 8.3.5) produce acetilenă ca urmare a contactului periodic dintre o cantitate determinată de apă și carbidul aflat într-o retortă.

Generatorul funcționează astfel: în lipsa acetilenei clopotul coboară, iar pârghia solidară cu el, printr-o articulație, ridică ventilul care permite curgerea unei cantități de apă din vas prin conductă în primul compartiment al sertarului. Acetilena dezvoltată de contactul apă-carbid este captată printr-un tub, spălată și răcită prin supapa hidraulică.

Acetilena produsă dezvoltă pe partea inferioară a clopotului o presiune care îl ridică și determină oprirea alimentării cu apă. Reacția continuă și pe măsură ce se formează, acetilena trece prin conducta imersată spre consumator.

Randamentul acestui tip de generator este 83...85 % în cazul tipului portabil și de 85...95 % la cel stabil.

Generatorul cu funcționare prin con-

tact temporar între apă și carbid (fig. 8.3.6) este de tip portabil, fabricat în țară și are următoarele caracteristici:

- presiunea de lucru maximă admisă a acetilenei: 0,035 bar (350 mm H₂O), deci este un generator de joasă presiune;
- debitul maxim de acetilenă produsă în condițiile unei exploatări normale este de 1,25 m³/h;
- încărcătura maximă de carbid cu granulația între 25 și 80 mm este de 4 kg;
- volumul de apă necesar pentru reacția chimică și răcirea acetilenei este de 62 l;
- greutatea netă, fără încărcătură de apă și carbid este de 40 kg;
- dimensiunile de gabarit: 480 x 540 x 1180 mm.

8.3.3.2 Aparat pentru spălarea, epurarea și răcirea acetilenei

Aparatul pentru răcirea și spălarea acetilenei (fig. 8.3.7) reține impurități mecanice și gaze solubile în apă, ca: amoniacul (NH₃) și o parte din hidrogenul sulfurat (H₂S). Acest aparat, parțial umplut cu apă, oprește totodată și întoarcerea gazului din gazometru în generatorul de acetilenă.

În timpul exploatării trebuie verificat ca nivelul apei din aparat să nu scadă sub nivelul robinetului de control; în caz contrar, aparatul trebuie imediat umplut cu apă până la acest nivel.

Aparatul pentru epurarea acetilenei (fig. 8.3.8) este un recipient cilindric compartimentat, în care pe plăci perforate, se află substanțe (în care elementul activ este cromul) care acționează asupra combinațiilor volatile de sulf și fosfor și le transformă în combinații chimice nevolatile.

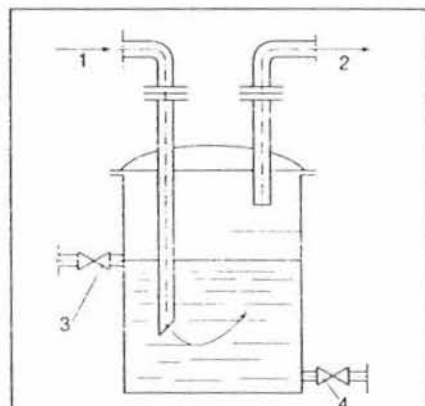


Fig. 8.3.7. Schema aparatului pentru răcirea și spălarea acetilenei:

1 - intrare acetilenă; 2 - ieșire acetilenă; 3 - robinet pentru controlul nivelului apei; 4 - robinet de golire.

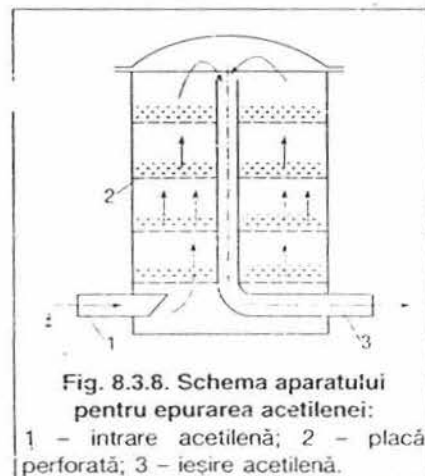


Fig. 8.3.8. Schema aparatului pentru epurarea acetilenei:

1 - intrare acetilenă; 2 - placă perforată; 3 - ieșire acetilenă.

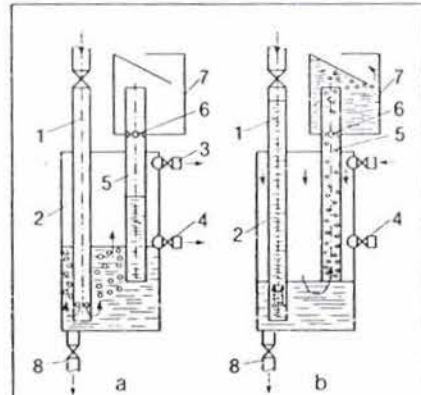


Fig. 8.3.9. Supapă de siguranță cu gardă hidraulică:

a - funcționare în regim normal;
b - funcționare la suprapresiune;
1 - intrare acetilenă; 2 - rezervorul supapei; 3 - ieșire acetilenă; 4 - robinet de control al nivelului apei; 5 - țevă de evacuare; 6 - orificiu; 7 - rezervor deschis; 8 - robinet de golire.

8.3.3.3 Dispozitive de siguranță pentru instalațiile de acetilenă

Au rolul de a evita propagarea flăcării prin conductele de acetilenă, de la consumator către generatorul de acetilenă.

Supapa de siguranță cu gardă hidraulică (fig. 8.3.9) este utilizată la generatoarele portabile de joasă presiune. În timpul funcționării normale, gazul vine din generator, trece prin apa din supapă și se adună la partea superioară a acesteia de unde trece spre consumator. Dacă în conductă apare un curent de sens invers, nivelul apei din supapă coboară până la extremitatea tubului de siguranță prin care gazul scapă în atmosferă. Umplerea supapei se verifică printr-un robinet de control.

Supapa de siguranță cu ventil de reținere (fig. 8.3.10) în funcționare normală permite accesul acetilenei de la generator către consumator; un plutitor sferic (ventil de reținere) se află într-o poziție care permite curgerea gazului.

În cazul întoarcerii flăcării oxiacetilenice de la arzător, țeava spirală amortizează unda de șoc; datorită suprapresiunii apa este refulată și determină ridicarea plutitorului, oprind unda de șoc către generatorul de acetilenă. Excesul de gaz se elimină în atmosferă.

8.3.3.4 Butelii de acetilenă

Sunt de formă cilindrică cu capacitatea de 40 l și confecționate din oțel cu grosimea peretilor de 5...8 mm. În general, o butelie conține (în volum): 25 % masă poroasă (cărune de lemn,

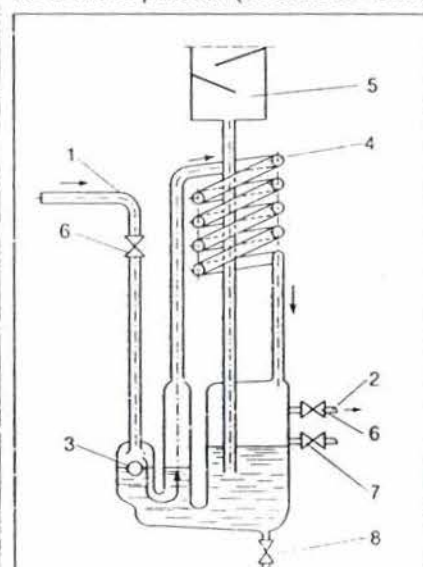


Fig. 8.3.10. Supapă de siguranță cu ventil de reținere:

1 - intrare acetilenă; 2 - ieșire acetilenă; 3 - plutitor sferic; 4 - serpentină; 5 - rezervor deschis; 6 - robinet de închidere; 7 - robinet pentru controlul nivelului apei; 8 - robinet de golire.

plută granulată, azbest, kiselgur etc.); 38 % acetonă; 29 % acetilenă dizolvată, iar restul de 8 % formează la partea superioară a buteliei un spațiu de siguranță pentru a evita antrenarea acetonei împreună cu acetilena în timpul lucrului. Rolul masei poroase în care pătrunde acetilena dizolvată în acetonă este de a evita pericolul de explozie datorită presiunii ridicate (maximum 16 bar) a acetilenei.

Robinetul buteliei de acetilenă (fig. 8.3.11) este confecționat din oțel și nu are roștă de manevră, deschiderea și închiderea se făcându-se cu ajutorul unei chei tubulare.

În timpul transportului și utilizării buteliilor de acetilenă se iau măsuri de evitare a pericolelor de incendii și explozii.

8.3.3.5 Reductoare de presiune pentru acetilenă

Au aceeași construcție și funcționează după același principiu ca și reductorul de presiune pentru oxigen.

8.3.3.6 Tevi, fittinguri și armături pentru instalații de acetilenă

Pentru transportul și distribuția acetilenei se folosesc numai tevi din oțel fără sudură longitudinală. Se recomandă ca îmbinările să se facă de preferință prin sudură. Pentru îmbinări demontabile se admit numai flanșe din oțel.

Armăturile prin care circulă acetilena cu o concentrație volumică de peste 25 %, indiferent de presiunea de re-

gim, trebuie să fie confecționate din oțel. Utilizarea fontei este interzisă.

8.3.4. Dimensionarea instalațiilor de acetilenă

8.3.4.1 Debitul de acetilenă produs de generator

Debitul de acetilenă G_a , la temperatura de 293,15 K (20 °C) și presiunea de 1,01325 bar, produs de generator, se determină cu relația:

$$G_a = \frac{\eta \cdot a \cdot m_c}{10^3 \cdot t} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (8.3.1)$$

în care:

- η este randamentul generatorului de acetilenă, definit ca raportul între volumul de gaz produs într-un interval de timp dat și volumul care corespunde carburii folosite; valorile lui η variază, după sistemul de construcție și modul de exploatare a generatorului, între 0,75 și 0,95;

- a - cantitatea de acetilenă degajată de 1 kg de carbură de calciu [l/kg];

- t - durata de funcționare a generatorului între două încărcări [s];

- m_c - masa unei încărcături de carbură [kg], pentru durata t de funcționare a generatorului.

Valorile duratei de funcționare t depind de tipul și destinația generatorului; pentru cele staționare $t = 1 \dots 3$ ore; pentru cele portabile $t = 0,3 \dots 1$ oră.

8.3.4.2 Debite de apă necesare pentru producerea și răcirea acetilenei

Debitul de apă G_{ar} , consumat pentru reacția chimică de folosire a acetilenei (dedus din bilanțul masic) este dat de relația:

$$G_{ar} = \frac{m_c}{t} \left[\frac{2M_w}{M_c} \frac{a}{a_0} + \frac{M_w}{M_{oc}} \left(0,94 - \frac{a}{a_0} \right) \right] \quad [\text{kg/s}] \quad (8.3.2)$$

în care:

- a_0 este cantitatea de acetilenă degajată de 1 kg de carbură de calciu chimic pură [l/kg] la temperatura de 293,15 K și presiunea de 1,01325 bar ($a_0 = 373,4$ l/kg);

- a/a_0 - gradul de utilizare a carburii de calciu; în medie 1 kg carbură de calciu conține 6 % substanțe străine care nu se descompun și, deci, oxidul de calciu din 1 kg de carbură tehnică este:

$$\left(0,94 - \frac{a}{a_0} \right) \text{ kg}$$

- M_w , M_c și M_{oc} - masele moleculare ale apei ($M_w = 18,016$ kg/kmol), carburii de calciu ($M_c = 64$, 1 kg/kmol) și oxidului de calciu ($M_{oc} = 56,08$ kg/kmol).

Înlocuind masele moleculare ale apei, carburii și oxidului de calciu cu valorile lor în relația 8.3.2, se obține:

$$G_{ar} = \frac{m_c}{t} \left[0,562 \frac{a}{a_0} + 0,322 \left(0,94 - \frac{a}{a_0} \right) \right] \quad [\text{kg/s}] \quad (8.3.3)$$

Debitul total de apă G necesar reacției chimice și răcirii acetilenei, care se introduce în generatorul de acetilenă este dat de relația:

$$G = G_{ar} + \frac{Q_a}{c_a (\theta_2 - \theta_1)} \quad [\text{kg/s}] \quad (8.3.4)$$

în care:

- c_a este căldura specifică a apei [J/kg K];

- θ_1 și θ_2 - temperaturile inițială, respectiv, finală ale apei [°C];

- Q_a - debitul de căldură preluat de apă [W].

8.3.4.3 Dimensionarea conductelor pentru distribuția acetilenei

În procesul de curgere sub presiune, în conducte, acetilena gazoasă se descompune izotermic și se aplică aceleași ecuații generale ca la aerul comprimat.

Diametrul interior al conductei de acetilenă se calculează cu relația:

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{\lambda \cdot l \cdot p_a \cdot V_a^2}{\Delta p_a}} \quad [\text{m}] \quad (8.3.5)$$

în care:

- p_a este densitatea acetilenei [kg/m³];

- λ - coeficientul de rezistență hidraulică (se recomandă valoarea medie $\lambda = 0,02$);

- l - lungimea tronsonului de conductă [m];

- V_a - debitul volumic de acetilenă [m³/s];

- $\Delta p_a = p_i - p_f$ - căderea de presiune a acetilenei, admisă pentru dimensionarea conductelor și egală numeric cu pierderea de sarcină [Pa];

- p_i , p_f - presiunile acetilenei, în secțiunea inițială (p_i) respectiv, finală (p_f) ale tronsonului de conductă [Pa].

Exemplu de calcul

Se dimensionează o conductă dreaptă din oțel, cu lungimea $l = 20$ m, care transportă un debit de 0,20 kg/s acetilenă având presiunea inițială $p_i = 1,5$ bar, la temperatura de 15 °C, cunoscând următoarele date: Δp_a este 5 % din p_i ; $\lambda = 0,02$.

Rezolvare Se calculează densitatea acetilenei p_a , la temperatura absolută $T = 273,15 + 15 = 288,15$ K și presiunea absolută $p_i = 1,5 + 1,01325 = 2,51325$ bar, cunoscând densitatea acetilenei la starea normală ($T_N = 273,15$ și $p_N = 1,01325$ bar) $p_{a,N} = 1,168$ kg/m³, cu relația:

$$p_a = p_{a,N} \frac{p_i}{p_N} \frac{T_N}{T} = 1,168 \frac{2,51325}{1,01325} \frac{273,15}{288,15} = 2,746 \text{ kg/m}^3$$

Debitul volumic de acetilenă:

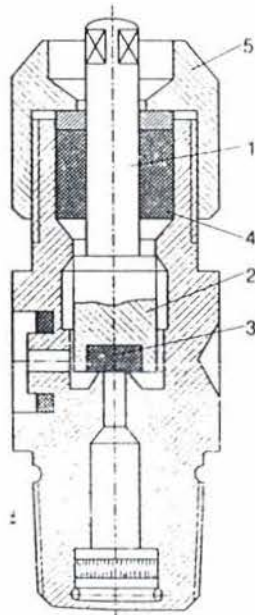


Fig. 8.3.11. Robinet de închidere pentru butelia de acetilenă:

1 - tijă filetată; 2 - ventil; 3 - dop de închidere din ebonită; 4 - garnitură; 5 - bucsă.

$$V_a = \frac{G_a}{\rho_a} = \frac{0,20}{2,746} = 0,0728 \text{ m}^3/\text{s}$$

Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei este:

$$\Delta p_a = 0,05 p_i = 0,05 \times 1,5 = 0,075 \text{ bar} = 7500 \text{ Pa}$$

Diametrul interior al conductei de acetilenă se calculează aplicând relația 8.3.5:

$$d = 0,96 \sqrt{\frac{0,02 \cdot 2,746 \cdot 20 \cdot (0,0728)^2}{7500}} = 0,057 \text{ m} = 57 \text{ mm}$$

8.4. Instalații de hidrogen

8.4.1. Proprietățile și utilizările hidrogenului

Hidrogenul este un gaz incolor, inodor și combustibil. Este foarte răspândit în stare liberă (de exemplu, în gazele naturale sau artificiale), cât și sub formă de compuși, mai ales în combinație cu carbonul (formând hidrocarburi) și oxigenul (formând apa).

Masa moleculară a hidrogenului este $M_{H_2} = 2,016 \text{ kg/mol}$. Hidrogenul este cel mai ușor gaz, având densitatea, la starea normală ($T_N = 273,15$ și $p_N = 1,01325 \text{ bar}$), $\rho_N = 0,0899 \text{ kg/m}^3$.

Hidrogenul este un gaz ușor inflamabil. Temperatura de aprindere a hidrogenului în oxigen uscat este 833 K , iar în aer atmosferic este 843 K . La starea normală, concentrațiile volumice ale hidrogenului gazos, la care se produce arderea, sunt: în oxigen gazos între 4 și 94 %, iar în aerul atmosferic între 4 și 74,2 %. La o concentrație volumică de 42 % hidrogen în aer, viteza maximă de ardere a hidrogenului este de $2,67 \text{ m/s}$. Cantitatea teoretică de oxigen necesar arderii complete a hidrogenului, la starea normală, este $0,50 \text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{m}^3 \text{ H}_2$, iar cantitatea teoretică de aer necesar arderii complete a hidrogenului este $2,38 \text{ m}^3 \text{ aer}/\text{m}^3 \text{ H}_2$. Temperatura teoretică de ardere în aer a hidrogenului este 2478 K . Puterea calorică inferioară a hidrogenului este $P_{ci} = 10778 \text{ kJ/m}^3$ sau $P_{ci} = 119895 \text{ kJ/kg}$.

Hidrogenul gazos formează cu aerul amestecuri explozibile. Limitele de explozie, exprimate în concentrații volumice de hidrogen în aer, sunt: inferioară 4,15 % și superioară 75 %. Temperatura de autoaprindere a amestecului hidrogen-aer este de 843 K .

Hidrogenul se obține, pe cale industrială, prin metoda electrolitică, bazată pe descompunerea apei în hidrogen și oxigen cu ajutorul curentului electric continuu. Hidrogenul se eliberează la catod, iar oxigenul la anod. Această metodă permite să se capteze și hidrogenul.

Hidrogenul se utilizează în industrie la sudarea cu hidrogen atomic (arc-atom) a tablelor subțiri din aluminiu, nichel, plumb etc. Datorită vitezei mari de ardere și a flăcării lungi se întrebuițează și la tăierea secțiunilor mari. Pentru sudare și tăiere se folosește același aparat ca și la acetilenă. Este un gaz scump, greu de procurat. Costul operațiilor de sudare este de patru ori mai mare decât cel al sudării cu flacără oxiacetilenică.

8.4.2. Instalații pentru distribuția hidrogenului

Hidrogenul se depozitează în butelii din oțel la presiunea absolută de 150 bar . La această presiune, o butelie având volumul de 40 l , conține 6 m^3 de oxigen gazos și cântărește circa 75 kg . Instalațiile pentru distribuția hidrogenului pot fi:

- locale, compuse din butelie prevăzută cu robinet de închidere și reductor de presiune având racord la un tub flexibil (din cauciuc) prin care gazul ajunge cu presiunea necesară la aparatul de utilizare;
- centrale, compuse dintr-o rampă de distribuție la care sunt racordate un număr de butelii, reductoare de presiune și conducte de distribuție executate cu țevi negre din oțel.

8.5. Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor

8.5.1. Instalații cu dioxid de carbon

8.5.1.1 Proprietățile dioxidului de carbon, ca substanță de stingere a incendiilor

Dioxidul de carbon (CO_2) este un gaz incolor și inodor. Se dizolvă ușor în apă, solubilitatea scăzând odată cu creșterea temperaturii. Dioxidul de carbon nu arde și nu întreține arderea.

În stare normală ($T_N = 273,15 \text{ K}$ și $p_N = 1,01325 \text{ bar}$), densitatea dioxidului de carbon este $\rho_{\text{CO}_2} = 1,976 \text{ kg/m}^3$ (deci, CO_2 este de 1,52 ori mai greu decât aerul).

Temperatura critică fiind de $+31^\circ\text{C}$, se poate lichifica cu ușurință. Temperatura de fierbere a dioxidului de carbon lichid la presiune atmosferică normală, $p_N = 1,01325 \text{ bar}$, este de $-78,5^\circ\text{C}$. La temperatura de $-56,2^\circ\text{C}$ și la presiunea de $5,28 \text{ bar}$, CO_2 poate fi lichid, solid sau gazos (punctul triplu).

Dioxidul de carbon comprimat se transportă în butelii din oțel. Presiunea dioxidului de carbon din butelie depinde de temperatura acestuia $t [^\circ\text{C}]$ și de gradul de umplere u al buteliei respec-

tive (fig.8.5.1). Prin grad de umplere u se înțelege raportul dintre masa de dioxidului de carbon $[kg]$, introdusă în butelie, și volumul buteliei V_b , în litri.

$$u = \frac{m_{\text{CO}_2}}{V_b} \quad [\text{kg/l}] \quad (8.5.1)$$

Acest raport este indicat să fie de $0,75 \text{ kg/l}$.

Dacă dioxidul de carbon comprimat se destinde până la presiunea atmosferică, se obține CO_2 solid, sub formă de zăpadă carbonică.

Efectul de stingere a CO_2 se bazează, în principal, pe înăbușirea focarului prin înlăturarea aerului și ca urmare, încetarea arderii.

Dioxidul de carbon are asupra focarului și un efect de răcire. În medie, se poate admite că efectul de răcire al unui kilogram de CO_2 corespunde cu 15 % din efectul de răcire al unui kilogram de apă, considerând că întreaga cantitate de apă se evaporă.

Dioxidul de carbon, ca substanță de stingere, are următoarele calități:

- nu distruge obiectele și materialele stinse;
- pătrunde în orificiile obiectului aprins, fiind mai greu decât aerul;
- este rău conducător de electricitate;
- nu se deteriorează în conservare îndelungată;
- nu este sensibil la acțiunea temperaturilor scăzute.

Dioxidul de carbon destinat stingerii incendiilor trebuie să fie fără urme de umezeală, de oxigen și impurități.

Cea mai eficace acțiune de stingere se obține în spații închise, deoarece concentrația necesară se menține mult timp și pierderile se pot completa cu ușurință. În general, se admite că procesul de ardere al hidrocarburilor încetează dacă

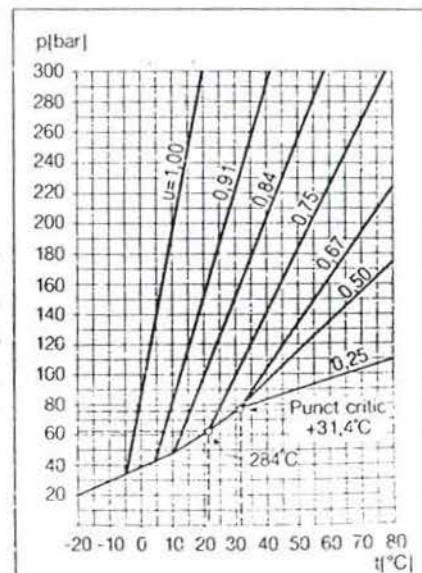


Fig. 8.5.1. Variația presiunii dioxidului de carbon cu temperatura, la diferite grade de umplere a buteliei.

concentrația volumică a CO_2 este de cel puțin 28,6 %, iar concentrația oxigenului din aer nu depășește 15 % în volum.

În medie, se consideră că pentru stingerea incendiilor la majoritatea substanțelor, este suficientă o concentrație de 30...35 % în volum de CO_2 în aer.

8.5.1.2 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

Instalațiile de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon se recomandă pentru:

- depozite de materiale amenajate în încăperi cu suprafața mică de goluri și în care nu se poate face un control permanent;

- încăperi cu documente de importanță deosebită ca: arhive, muzee, biblioteci, încăperi din întreprinderi și laboratoare, institute de cercetări, în care se află instalații și aparatură de mare valoare;

- mașini și instalații electrice amplasate în încăperi închise;

- transformatoare și generatoare electrice, stații de distribuție;

- centrale telefonice automate;

- centre de calcul;

- instalații sau utilaje de mare valoare care au un rol important în economie sau în procesul de producție, la care stingerea incendiului, în scurt timp, asigură continuitatea producției;

• vase cu lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor scăzută, având un volum de maximum 500 m³.

Nu este recomandabilă folosirea dioxidului de carbon la stingerea de carburi, sulf, metale ca magneziu, titan, plutoniu, uraniu, toriu etc.; de asemenea, la stingerea incendiilor de materiale existente în apropierea cianurilor, deoarece reacționează cu acestea, formând acidul cianhidric, extrem de toxic (otrăvitor).

Dioxidul de carbon destinat stingerii incendiilor va fi de tip A conform STAS 2962, fără urme de umezeală, de oxigen, sulf sau alte impurități.

8.5.1.3 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

a. Criterii de clasificare a instalațiilor cu dioxid de carbon

Instalațiile de stingere cu dioxid de carbon se compun, în principal, din: recipiente de depozitare a dioxidului de carbon, rețele de conducte, duze de deversare, dispozitive de punere automată în funcțiune, echipamente pentru închiderea recipientelor, supravegherea instalației și darea semnalului de incendiu.

Instalațiile de stingere cu dioxid de carbon se clasifică după următoarele

criterii:

- procedeul de stingere; instalațiile sunt pentru inundarea:

- totală a spațiului în care s-a declanșat incendiul;

- locală, în scopul lichidării incendiului declanșat pe o suprafață redusă;

- modul de acționare a instalației:

- automată, prin cuplare pneumatică, mecanică, pneumomecanică sau electrică;

- manuală;

- modul de realizare constructivă; instalațiile sunt:

- mobile;

- semifixe, constituite din rețele de conducte fixe, alimentate cu dioxid de carbon din butelii mobile sau din butelii fixe din care refularea dioxidului de carbon se face prin furtunuri din cauciuc prevăzute cu duze de deversare (fig. 8.5.2);

- fixe.

b. Instalații fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

În funcție de presiunea de stocare a dioxidului de carbon, instalațiile fixe de stins incendii cu CO_2 sunt:

- de înaltă presiune (peste 51,7 bar);

- de joasă presiune (presiune nominală 20,7 bar)

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon de înaltă presiune se compun din:

- recipiente cu dioxid de carbon (butelii) grupate în două sisteme de alimentare (baterii active): principale și de rezervă;

- colector de dioxid de carbon (sau conducte colectoare în cazul sistemelor cu mai multe butelii principale sau de rezervă);

- dispozitive de acționare;

- dispozitive și echipamente de semnalizare și comandă;

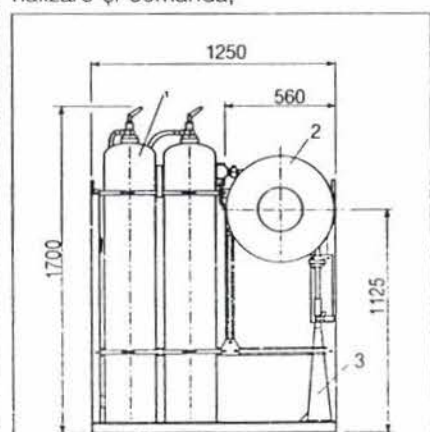


Fig. 8.5.2. Instalație semifixă de stingere a incendiilor prin inundare locală cu dioxid de carbon:

1 – butelie cu dioxid de carbon;
2 – tambur pentru furtun; 3 – duză pentru refularea dioxidului de carbon.

- conducte pentru transportul și distribuția dioxidului de carbon;

- duze (ajutaje) pentru refularea dioxidului de carbon;

- aparatura de control;

- conducte de comandă.

Buteliile cu CO_2 se cuplează la colectorul bateriei prin racorduri flexibile (fig. 8.5.3) și sunt prevăzute cu supape de reținere, astfel încât decuplarea unei butelii să nu afecteze funcționarea celorlalte. Fiecare butelie este prevăzută cu dispozitive necesare acționării individuale, dispozitive de siguranță la suprapresiune și indicator de golire.

Colectorul bateriei se prevede cu supapă de golire care se menține deschisă până la o presiune de 2 bar, astfel încât dioxidul de carbon, scăpat din butelii prin eventuale neetanșeități, să fie evacuat în exterior.

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon de joasă presiune se compun din:

- recipiente (rezervoare) termoizolate pentru depozitarea dioxidului de carbon lichid;

- conducte principale de transport;

- distribuitoare cu dispozitive de declanșare;

- conducte pentru transportul și distribuția dioxidului de carbon;

- duze;

- dispozitive și echipamente de avertizare și semnalizare;

- aparatura pentru control;

- agregate frigorifice pentru răcirea la temperaturi scăzute a dioxidului de carbon;

- conducte de comandă și instalația

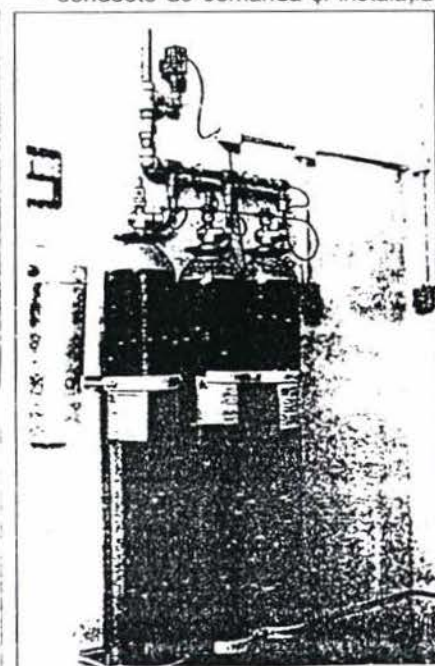


Fig. 8.5.3. Baterie de butelii cu dioxid de carbon montată în instalația fixă de stins incendii.

de pregătire a substanței pentru comandă.

Recipientele (rezervoarele) de stocare a CO_2 de joasă presiune trebuie să mențină alimentarea instalației de dioxid de carbon lichid, la o presiune nominală de 20,7 bar corespunzătoare unei temperaturi de aproximativ -18°C . Pentru aceasta, recipientele se izolează termic și sunt prevăzute cu sisteme de răcire (instalații frigorifice).

Conform normelor ISCIR, fiecare recipient de joasă presiune este echipat cu supape de siguranță, un indicator de nivel al lichidului de CO_2 și un manometru cu contacte electrice legat la un sistem de alarmă (de supraveghere) pentru presiunile maxime și minime de 22 și respectiv 17,2 bar. Supapele de siguranță trebuie să se deschidă la presiunea de 30 bar, în timp scurt, pentru a se evita blocarea lor prin îngheț (zăpadă carbonică).

Schemele instalațiilor fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon, prezintă particularități legate de modul de acționare a instalației, caracteristicile tehnicofuncționale ale echipamentelor și aparatelor etc.

În figura 8.5.4 se prezintă schema de principiu a unei instalații fixe de detectare, semnalizare și stingere a incendiului cu dioxid de carbon (realizată în țară de firma SC CONTACTOARE SA Buzău). Detectoarele de incendiu sunt racordate printr-un circuit de detecție la centrala de comandă și semnalizare.

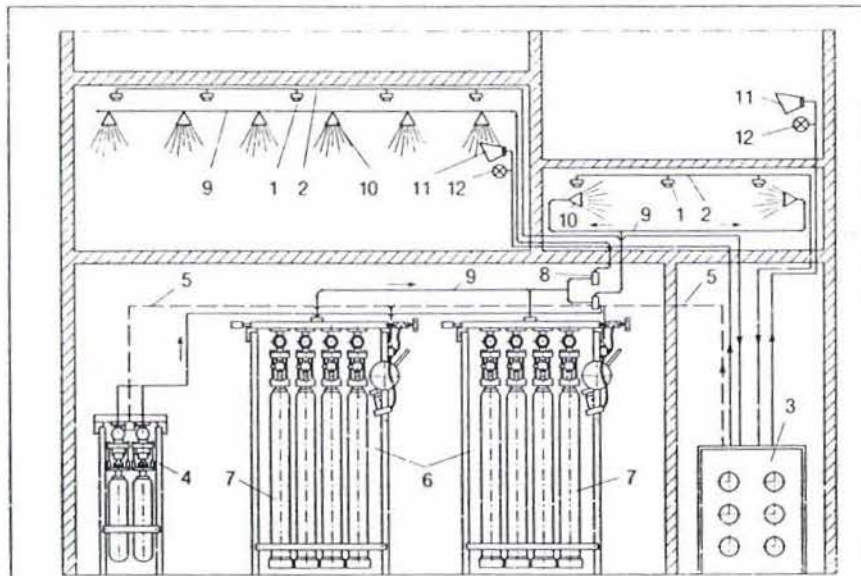


Fig. 8.5.4. Schema de principiu a unei instalații fixe cu dioxid de carbon pentru stingerea incendiilor:

1 – detectare de incendiu; 2 – circuit de detecție; 3 – centrală de comandă și semnalizare; 4 – baterie de comandă, compusă din butelii cu dispozitive de acționare pneumatică; 5 – circuitul de comandă; 6 – baterii active pentru alimentarea instalației cu CO_2 din butelii; 7 – butelii cu CO_2 ; 8 – supapă pneumatică; 9 – conductă de distribuție a dioxidului de carbon; 10 – duze pentru refularea CO_2 în spațiul protejat împotriva incendiului; 11 – semnalizarea acustică (hupă); 12 – semnalizarea optică.

În caz de incendiu, semnalul transmis de detectoare este amplificat în centrala de comandă și transmis la buteliile de inițiere-pornire din bateria de comandă, de unde, prin intermediul unor supape pneumatice, se acționează deschiderea supapelor cu flux rapid ale buteliilor din bateria activă pentru alimentarea instalației cu CO_2 . Bateria activă este compusă din două părți simetrice, pentru a asigura continuitatea funcționării instalației, când la una din părți se înlocuiesc buteliile goale cu butelii pline cu CO_2 . Dioxidul de carbon este distribuit printr-o rețea de conducte cu țevi din oțel și refulat în spațiile protejate împotriva incendiului, prin duze.

Simultan cu acționarea buteliilor din bateria de comandă, intră automat în funcțiune sistemul de semnalizare (alarmă) acustică și optică, precum și sistemul de închidere automată a ușilor și ferestrelor.

După stingerea incendiului, dioxidul de carbon deversat în spațiile protejate, este evacuat prin instalația de ventilație de avarie, a cărei funcționare este automatizată. Apoi sunt deblocate automat ușile și ferestrele.

c. Rețele de conducte pentru distribuția dioxidului de carbon

Conductele instalației interioare de CO_2 se pot amplasa aparent sau în canale, având acces de control, traseul fiind astfel ales încât să se reducă pierderile de sarcină la minimum, să fie bi-

ne fixate și ferite de acțiuni mecanice, termice și chimice.

Conductele de transport, distribuție și comandă se amplasează deasupra conductelor calde sau a cablurilor electrice, la distanțe de 200...500 mm.

Duzele de refulare a dioxidului de carbon (fig. 8.5.5) pot fi dispuse la partea superioară a spațiului de protejat, sub plafon (pardoseală, planșeu tehnologic), perpendicular pe suprafața de protejat și la 1/3 din înălțimea încăperii, instalate sub un unghi de 45 până la 90°, pentru a asigura umplerea cu CO_2 a spațiilor inferioare (în cazul existenței unor presiuni ascensionale puternice datorate căldurii incendiului).

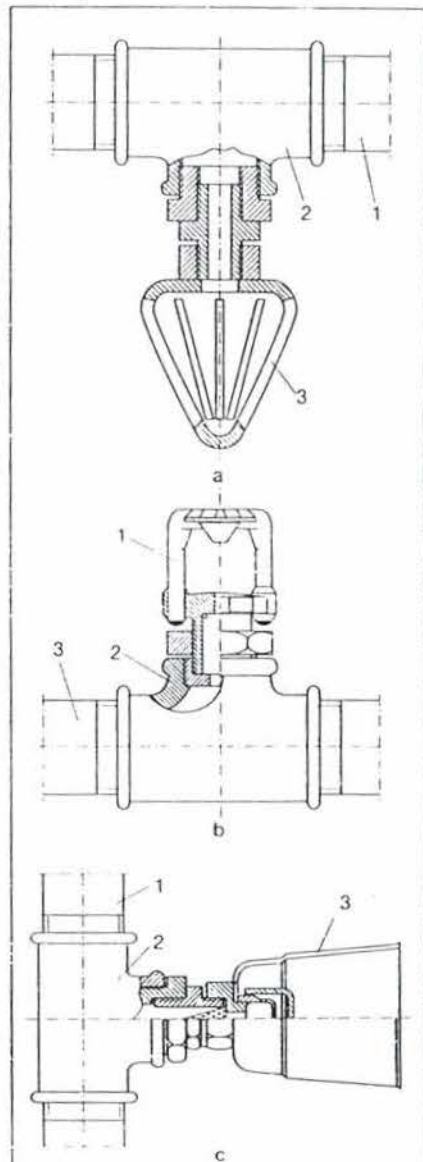


Fig. 8.5.5. Diferite moduri de amplasare a duzelor de refulare a dioxidului de carbon:

a – jet vertical descendent; b – jet vertical ascendent; c – jet orizontal; d – jet inclinat; 1 – conducta de distribuție a dioxidului de carbon; 2 – țev; 3 – duză.

Tabelul 8.5.1. Concentrația volumică minimă de dioxid de carbon, necesară stingerii incendiilor

Denumirea substanței combustibile	Concentrația teoretică minimă de CO ₂ [%]	Concentrația minimă de calcul de CO ₂ [%]
Acetilenă, sulfură de carbon	55	66
Acetonă, alcool metilic	26	31
Butan, gazolină, petrol lampant, ulei lubrifiant	28	31
Gaze naturale, ciclopropan	31	37
Benzină	28	34
Hidrogen	62	74

Duzele trebuie dispuse astfel încât materialele care au luat foc să nu poată fi agitate sau împrăștiate (efectul posibil de împrăștiere cauzat de jetul de CO₂ trebuie să fie compensat printr-o amplasare corectă a duzelor de refulare).

8.5.1.4 Materiale, echipamente, dispozitive și aparate pentru instalații de stins incendiul cu dioxid de carbon

Dispozitivele și aparatele specifice instalațiilor de stingere a incendiului cu CO₂ sunt:

- supapa cu flux rapid, care se montează la partea superioară a bateriei cu CO₂ și permite evacuarea dioxidului de carbon, la comandă pneumatică;
- supapa de interceptare cu comandă electrică are același rol ca și supapa cu flux rapid, dar este comandată electric;
- dispozitivul de comandă și reglare manuală a presiunii;
- întrerupătoare automate de presiune;
- supape pneumatice;
- închizător automat pentru uși;
- duze pentru refularea dioxidului de carbon în încăperile protejate.

Date tehnice complete ale acestor dispozitive și aparate sunt prezentate în cataloagele firmelor producătoare.

Rețeaua conductelor de distribuție a CO₂ se realizează cu țevi din oțel, cu grosimea peretelui calculată să reziste la presiunile maxime ale dioxidului de carbon. De asemenea, țevile din oțel trebuie să reziste la temperaturile de lucru ale CO₂.

Armăturile din oțel trebuie să reziste la aceleași presiuni și temperaturi ca și țevile din oțel pe care se montează.

5.1.5 Dimensiunea conductelor instalațiilor cu dioxidul de carbon

a. Calculul cantității de CO₂ necesare pentru stingerea incendiilor

Concentrațiile de dioxid de carbon necesare pentru stingerea unor substanțe combustibile sunt date în tabelul 8.5.1 Pentru alte substanțe, în cazul în care se cunoaște concentrația de oxigen [O₂] la care arderea încetează, concentrația de dioxid de carbon, se calculează cu relația:

$$\alpha_2 = \frac{21 - C_{O_2} \cdot 100}{21} \quad [\%] \quad (8.5.2)$$

Intensitatea de stingere cu CO₂ i_s [kg/m³], în funcție de volumul încăperii, pentru substanțe ce se pot stinge la o concentrație volumică de până la 34 % CO₂ în aer, are valori redată în tabelul 8.5.2. Pentru substanțele și materialele cu concentrații de stingere mai mari de 34 %, valorile din tabelul 8.5.2 se înmulțesc cu coeficientul de corecție k , ale cărui valori sunt date în tabelul 8.5.3.

Intensitatea de stingere a incendiilor cu CO₂ i_s , a unor materiale care ard mocnit, cu condiția unei bune etanșări a încăperilor, are valori redată în tabelul 8.5.4.

Timpu minim efectiv de deversare a dioxidului de carbon pentru calculul cantității de CO₂ necesar stingerii incendiului trebuie să fie de 30 s. Pentru incendiile de suprafață (lichide combustibile, vopsele etc.), concentrația de calcul a dioxidului de carbon în încăperea în care s-a produs incendiul trebuie atinsă într-un minut. La incendiile mocnite (bumbac, carton, hârtie etc.), concentrația de calcul trebuie atinsă după 7 min (la concentrația de 30 % este necesar să se ajungă după 2 min).

Durata de stingere a incendiului, în funcție de volumul de calcul al încăperii protejate, are valori redată în tabelul 8.5.5.

Cantitatea de dioxid de carbon G , necesară pentru stingerea incendiilor

Tabelul 8.5.2. Intensitatea de stingere cu CO₂, i_s , în funcție de volumul încăperii

Volumul încăperii, V [m ³]	i_s [kg/m ³]
$V \leq 100$	1,0
$101 < V \leq 500$	0,9
$501 < V \leq 2000$	0,8
$V > 2000$	0,7

declanșate într-o încăpere, se calculează cu relația:

$$G = k i_s V_{inc} + G_0 \quad [\text{kg}] \quad (8.5.3)$$

în care:

- i_s este intensitatea de stingere [kg/m³];

- V_{inc} - volumul de calcul al încăperii protejate, [m³] (diferența între volumul construit al încăperii și volumul utilajului montat în interior);

- G_0 - cantitatea de dioxid de carbon rămasă în instalație după terminarea funcționării [kg];

- k - coeficient pentru particularitățile schimbului de gaze, pierderi prin neetanșeități etc.

Numărul buteliilor de lucru cu CO₂ n_b , se determină cu relația:

$$n_b = \frac{G}{\alpha \cdot \rho \cdot V_b} = \frac{V}{\alpha \cdot V_b} \quad (8.5.4)$$

în care:

- V_b este volumul buteliei cu CO₂ [m³];

- α - coeficientul de încărcare a buteliei cu CO₂;

- ρ - densitatea dioxidului de carbon [kg/m³];

- V - volumul de CO₂ din butelie [m³].

b. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor de sarcină

La curgerea sub presiune prin conducte, dioxidul de carbon se comportă ca un fluid bifazic gaz-lichid, a cărui stare termodinamică variază continuu, în funcție de presiune și temperatură. Una din principalele condiții pentru transportul sigur al dioxidului de

Tabelul 8.5.3. Coeficientul de corecție k , în funcție de concentrația de stingere

Concentrația de stingere cu dioxid de carbon, [%]	34	40	45	50	55	60	67	70	75	80
Coeficientul corecție k	1,00	1,20	1,40	1,60	1,85	2,15	2,45	2,80	3,25	3,75

Tabelul 8.5.4. Intensitatea de stingere cu CO₂, i_s , a unui incendiu mocnit

Denumirea materialului care arde	i_s [kg / m ³]
Echipament electric fără ulei, izolația conductoarelor electrice	1,33
Mașini electrice mici, canale și tuneluri de cabluri (volumul încăperii până la 60,00 m ³)	1,60
Arhive	2,00

Tabelul 8.5.5. Durata de stingere a incendiului în funcție de volumul încăperii

Volumul încăperii V [m ³]	$V \leq 100$	$V \leq 300$	$V \leq 500$	$V > 500$
Durata de stingere [s]	15	25	45	60

carbon prin conducte (evitarea formării zăpezii carbonice) este menținerea presiunii peste 5,28 bar (presiunea corespunzătoare punctului triplu).

Calculul conductelor de distribuție a dioxidului de carbon se bazează pe următoarea ecuație (stabilită pe cale experimentală):

$$\frac{L}{D^{1.25}} = \frac{3647 \cdot Y}{\left(\frac{Q}{D^2}\right)^2} - 8,08 \cdot Z \quad (8.5.5)$$

transpusă grafic în nomograma din figura 8.5.6 pentru instalații cu CO₂ de joasă presiune, la care debitul se calculează pe baza unei presiuni medii de depozitare de 21,09 bar și respectiv, în nomograma din figura 8.5.7 pentru instalații cu CO₂ de înaltă presiune, la care debitul se determină pe baza presiunii medii de depozitare de 52,73 bar, în care:

- Q este debitul de CO₂ [kg/min];
- D - diametrul interior al conductei [mm];
- L - lungimea echivalentă a conductei [mm];
- Y, Z - coeficienți experimentali care depind de presiunea și temperatura dioxidului de carbon din butelii (recipiente) și conducte.

8.5.2. Instalații fixe de stingere a incendiilor cu FM200

8.5.2.1 Proprietățile substanței de stingere a incendiilor FM200

FM200 este o substanță gazoasă, folosită în toate sistemele de stingere cu inundare totală.

Proprietățile fizice principale ale FM200 sunt următoarele:

- temperatura de fierbere -16,36 °C, la presiunea de 1 bar;
- temperatura de congelare -131 °C;
- presiunea critică 2,91 MPa, temperatura critică -101,7 °C;
- căldura specifică a lichidului saturat (c_{pl}) la temperatura de 25 °C este 1,184 kJ/kg.K;
- căldura specifică a vaporilor saturați (c_{pv}) la temperatura de 25 °C este 0,808 kJ/kg.K;
- căldura latentă de vaporizare la punctul de fierbere este 132,6 kJ/kg;
- conductivitatea termică la temperatura de 25 °C, pentru lichid 0,069 W/mK, iar pentru vaporii 0,0126 W/mK.

Ca substanță de stingere, FM200 are următoarele proprietăți:

- acțiune rapidă: stinge focul înainte ca acesta să provoace pagube importante;
- curat: produsul nu lasă reziduuri grase și nu afectează materialele și echipamentele;
- inofensiv: utilizarea produsului nu este periculoasă pentru personal;
- compact: FM200 este înmagazinat în faza lichidă în butelii, ceea ce în-

seamnă că o mare cantitate de gaz poate fi înmagazinată într-un volum mic de stocare;

- nu atacă ozonul.

Fiind un produs sigur și care poate fi folosit dacă este necesar în prezența oamenilor, FM200 trebuie să fie extrem de pur.

În particular trebuie să se supună standardului american NFPA 2001.

8.5.2.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe de stingere a incendiilor cu FM200

Instalațiile fixe de stingere cu FM200 se compun din:

- recipiente cu FM200 grupate în

două sisteme de alimentare:

- principal (baterie activă principală) și, respectiv,
- de rezervă (baterie activă de rezervă);
- colector de FM200 (sau conducte colectoare în cazul sistemelor cu mai multe baterii principale sau de rezervă);
- dispozitive de acționare;
- dispozitive și echipamente de semnalizare și comandă;
- conducte pentru transportul și distribuția FM200;
- duze (ajutaje) pentru refularea FM200;
- aparatură de măsură și control;
- centrală de detectare și semnalizare

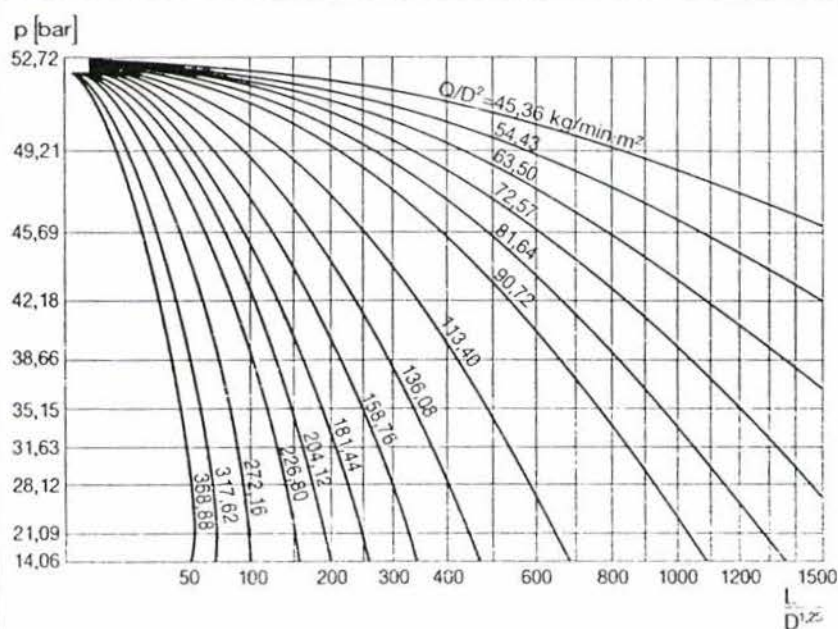


Fig. 8.5.6. Nomogramă pentru calculul conductelor de dioxid de carbon de joasă presiune, la o presiune de depozitare de 21,09 bar.

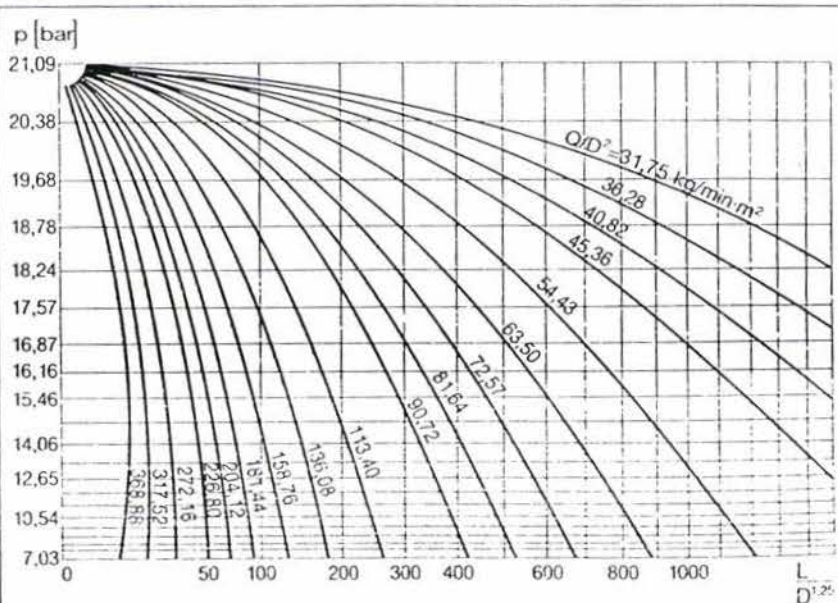


Fig. 8.5.7. Nomogramă pentru calculul conductelor de dioxid de carbon de înaltă presiune, la o presiune de depozitare de 52,73 bar.

a incendiilor.

Schemele instalațiilor de stingere a incendiilor cu FM200 sunt asemănătoare cu cele ale instalațiilor cu CO₂.

Bateria activă principală poate fi acționată electric sau manual. Bateria de rezervă este identică cu cea activă.

Dacă incendiul nu se stinge din diverse motive, dacă re izbucnește sau apare o defecțiune la bateria activă principală, atunci prin comutatorul manual de transferare a alarmei se acționează electric butelia activă de rezervă.

Când se acționează sistemul de stingere cu FM200, gazul circulând în faza lichidă prin conducte, vaporizează când părăsește duzele. Descărcarea buteliei de gaz micșorează temperatura în spațiul de protejat. Răcirea în continuare a atmosferei face ca vaporii de apă din aerul încăperii să condenseze, ceea ce creează o ceață groasă după descărcare. Suprapresiunea în încăperea protejată, datorită refulării agentului de stingere, este de aproximativ 1 mbar. Eliminarea gazelor din încăperea, după incendiu, se face cu o instalație de ventilare diferită de instalațiile normale de ventilare sau climatizare ale aceleiași încăperi.

Rețele de conducte de distribuție, pe care se montează duzele, se fixează rigid cu ajutorul bridelor pentru a fi în măsură să preia efortul de reacție produs la refularea substanței de stingere prin duze. La conductele de transport bridele de fixare nu se strâng de conducte până la rigidizare, pentru a permite deformării cauzate de dilatare sau contracție.

Instalația fixă de stingere a incendiilor cu FM200 este declanșată de o centrală de detectare și semnalizare a incendiilor.

Încăperea protejată este echipată cu detectoare de fum cu cameră de ionizare sau cu detectoare optice, care transmit semnalul de incendiu printr-un circuit electric la centrala de detectare și semnalizare, aceasta declanșând prealarmă. Dacă două detectoare aparținând unor bucle de detecție diferite reacționează simultan sau dacă se acționează butonul de incendiu, după o temporizare reglabilă, variind între câteva secunde până la maximum două minute, centrala comandă intrarea în funcțiune a instalației de stingere, prin deschiderea vanei de sector corespunzătoare încăperii în care a apărut incendiul și apoi a vanei de pe butelia pentru deversarea agentului de stingere în încăpere. Simultan se comandă închiderea și blocarea ușilor. Alarmarea se face cu sirene și panouri luminoase.

După stingerea incendiului, se comandă instalația de ventilare pentru

evacuarea fumului și a gazelor și se deblochează ușile încăperii.

Centrala are și funcții de supraveghere, afișând defectele în sistemul de detectare și semnalizare a incendiului sau a vanelor și supapelor din instalația de stingere. De asemenea, sunt semnalizate și eventualele pierderi de agent de stingere din butelii.

Materialele, echipamentele și aparatele folosite la realizarea instalațiilor de stingere cu FM200 sunt la fel ca și cele pentru CO₂.

8.5.3. Instalații cu azot

8.5.3.1 Proprietățile azotului ca substanță de stingere a incendiului

Concentrația volumică a azotului în aer este de 78 %. Densitatea relativă a azotului în raport cu aerul este 0,967.

Azotul este folosit pentru:

- inertizarea spațiilor sau instalațiilor tehnologice, prin înlocuirea parțială a aerului din spațiile respective cu azot, în scopul diluării amestecurilor combustibile cu aerul;

- stingerea incendiilor din instalații tehnologice sau spații închise;
- vehicularea pulberilor stingătoare.

Efectul de prevenire a aprinderii sau de stingere a incendiilor amestecurilor de substanțe combustibile (vapori, gaze sau praf) și aer este dat de reducerea procentului de oxigen din amestec.

8.5.3.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot

a. Elemente componente

Instalațiile se compun, în principal, din:

- sursa de alimentare cu azot;
- instalația de reducere a presiunii (reductoare de presiune);
- dispozitive de acționare;
- rețeaua de conducte de distribuție a azotului;
- duze de refulare a azotului în spațiul protejat;
- centrala de comandă, avertizare și semnalizare a intrării în funcțiune a instalației; intrarea în funcțiune a instalației se face după avertizarea și evacuarea oamenilor.

Sursele de alimentare cu azot pot fi:

- butelii de azot la presiunea de 150...200 bar;
- rezervoare de înmagazinare la presiunea de 0,6...0,8 bar, pentru azotul provenit din fracționarea aerului lichid, în instalații tehnologice (cazuri rare).

Conductele rețelei de distribuție a azotului se execută cu țevi din oțel care trebuie să aibă suprafața interioară netedă. În cazul montării în spații cu agenți corosivi, conductele se protejează împotriva coroziunii.

Lungimea conductei de la rezervoare (buteliile) de azot la distribuitor nu trebuie să depășească 200 m.

b. Criterii de clasificare a instalațiilor fixe de stingere a incendiilor cu azot

După acțiunea de inertizare, instalațiile funcționează prin:

- sifonare: azotul este introdus în spațiul de vapori al echipamentului tehnologic, pe măsură ce se evacuează lichidul din echipament;

- vacuumare: azotul este introdus în echipamentul tehnologic în care există lichide inflamabile și în care amestecul vapori-aer se află la presiuni mai mici decât presiunea atmosferică;

- presiune: azotul este introdus sub presiune în echipamentul tehnologic;

- flux continuu: azotul este introdus și evacuat în flux continuu din echipamentul tehnologic pentru realizarea circulației azotului în echipament.

După acțiunea de stingere a incendiului, instalațiile se folosesc pentru stingere:

- locală (pe suprafețe restrânse);
- în volum, cu inundare totală.

După acționare, instalațiile pot fi: automate sau manuale; după comenzile de acționare: pneumatică, mecanică, electrică sau mixtă.

Atât schemele, cât și materialele, aparatele și echipamentele folosite la realizarea instalațiilor cu azot, sunt similare celor cu dioxid de carbon.

8.5.3.3 Dimensionarea instalațiilor fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot

a. Instalația de inertizare

Volumul total de azot necesar inertizării V_{it} se determină pentru două cicluri de inertizare.

Pentru un ciclu de inertizare, volumul V_i se determină cu relația:

$$V_i = \frac{p_1 - p_2}{\rho_1} \quad [\text{m}^3] \quad (8.5.6)$$

în care:

- p_1 este presiunea în utilaj după introducerea azotului [bar];

- p_2 - presiunea în utilaj înainte de introducerea azotului [bar];

- V - volumul spațiului de inertizare [m³].

Verificarea concentrației C_1 , de oxigen din utilajul tehnologic, după primul ciclu de inertizare:

- Dacă azotul nu conține oxigen, se aplică relația:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} \quad (8.5.7)$$

- Dacă azotul conține oxigen, se aplică relația:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} + C_3 \cdot \frac{p_1 - p_2}{p_1} \quad (8.5.8)$$

în care:

- C_2 este concentrația de oxigen în utilajul tehnologic de la începutul

primului ciclu de inertizare [%];

- C_3 - concentrația de oxigen din azot [%];

- p_1 și p_2 - au semnificațiile anterioare.

Concentrația de oxigen, după primul ciclu de inertizare C_1 , trebuie să fie mai mică sau cel puțin egală cu valoarea indicată în tabelul 8.5.6, coloana 2.

În cazul inertizării recipientelor, pentru menținerea presiunii în recipiente peste presiunea atmosferică, debitul de azot se determină în funcție de volumul recipientelor:

- dacă este mai mic de 3000 m³, debitul de azot este de 0,2 m³/h pentru 1 m³ din volumul recipientului;

- dacă este mai mare de 3000 m³, debitul de azot este de 0,6 m³/h pentru 1 m² din aria totală a recipientului.

b. Dimensionarea instalației de stingere a incendiilor cu azot

La stingerea prin inundare totală cu azot, debitele se stabilesc diferențiat, pentru fiecare substanță combustibilă, în funcție de concentrația minimă de

azot necesară stingerii, ale cărei valori sunt redată în tabelul 8.5.7, pentru anumite substanțe.

În cazul în care se cunoaște numai concentrația minimă de oxigen la care se produce aprinderea (tab. 8.5.7), concentrația de azot pentru stingere se calculează cu relația:

$$C_{N_2} = 11 \frac{21 - C_{O_2}}{21} \cdot 100 \quad [\%] \quad (8.5.9)$$

în care C_{O_2} este concentrația minimă de oxigen, conform tabelului 8.5.6.

Cantitatea de azot necesară pentru stingerea incendiului se stabilește în funcție de concentrația minimă de azot necesară, specifică fiecărei substanțe (tab. 8.5.7) și de volumul spațiului inundat. În tabelul 8.5.8 sunt redată valorile cantității specifice de azot necesară stingerii incendiilor q_{sv} [kg/m³], în funcție de volumul V [m³] al spațiului protejat. La valorile din tabelul 8.5.8 se adaugă un spor de compensare de 4,9 kg azot pentru fiecare 1 m² de deschidere practică în pereți, planșeu

sau pardoseală.

Cantitatea de azot, necesară pentru stingere locală (de suprafață) q_{ss} , este:

• pentru lichide combustibile: 10 kg/m²;

• pentru echipamente: 8 kg/m².

Timpul necesar pentru asigurarea concentrației minime de azot necesare stingerii (tab. 8.5.7) este de 1,5...3 min, iar timpul de menținere a acestei concentrații este de 20 min.

Presiunea azotului la duzele de refulare este de 3...6 bar.

Cantitatea de azot, necesară pentru stingerea în volum G_v , se calculează cu relația:

$$G_v = K_1 q_{sv} V + G_0 + G_1 \quad [\text{kg}] \quad (8.5.10)$$

în care:

- K_1 este un coeficient care ține seama de pierderile de azot prin neetanșetăți;

- G_0 - cantitatea de azot rămasă în rețeaua de conducte după terminarea funcționării instalației [kg], G_0 se ia:

• pentru conducte mai scurte de 100 m, $G_0 = 0,2 \cdot K_1 \cdot q_{sv} \cdot V$;

• pentru conducte cu lungimi cuprinse între 100 și 200 m,

$$G_0 = 0,25 \cdot K_1 \cdot q_{sv} \cdot V;$$

- G_1 - cantitatea de azot necesară pentru compensarea pierderilor prin deschiderile încăperii protejate, calculată [kg];

- q_{sv} [kg/m³] și V [m³] - au semnificațiile cunoscute (tab. 8.5.8).

Cantitatea de azot, necesară pentru stingerea locală (de suprafață), se calculează cu relația:

$$G_s = K_2 q_{ss} S + G_0 \quad [\text{kg}] \quad (8.5.11)$$

în care:

- K_2 este coeficient care ține seama de pierderile de azot în mediul înconjurător, $K_2 = 1,3$;

- S - suprafața de stingere [m²];

- q_{ss} - cantitatea specifică de azot necesară stingerii de suprafață [kg/m²];

- G_0 - are semnificația de mai sus.

8.5.4. Instalații de stingere a incendiilor cu spumă

8.5.4.1 Proprietățile spumanților concentrați și ale spumei folosite la stingerea incendiilor

Spuma folosită la stingerea incendiilor este un agregat de bule umplute cu aer, format dintr-o soluție apoasă a unui spumant concentrat corespunzător.

Spumantul concentrat poate fi:

• proteinic (P), obținut din substanțe proteinice hidrolizate;

• fluoroproteinic (FP) - spumant concentrat proteinic cu adaos de agenți activi de suprafață fluorurați;

• sintetic (S), bazat pe un amestec de agenți activi de suprafață hidrocarbonați și care poate conține fluorocarburi cu stabilizatori aditivi;

Tabelul 8.5.6. Concentrațiile de oxigen pentru amestecurile de gaz - aer și praf - aer în cazul inertizării pentru unele substanțe combustibile

Substanța combustibilă	Concentrația minimă de oxigen la care se produce aprinderea [%] din volumul spațiului protejat	Concentrația maximă de oxigen recomandată pentru inertizare, [%] din spațiul protejat
Acetonă	13,5	11
Alcool etilic	10,5	8,5
Benzină	11,5	9
Hidrogen	5	4
Metan	12	9,5
Petrol lampant	11	9
Propilenă	11,5	9

Tabelul 8.5.7. Concentrația minimă de azot pentru stingerea anumitor substanțe

Substanța combustibilă	Concentrația minimă de azot, [%] din volumul spațiului protejat
Acetonă	40
Alcool etilic	55
Benzină	49
Hidrogen	84
Metan	47
Petrol lampant	52
Propilenă	50

Tabelul 8.5.8. Cantitățile de azot necesare stingerii incendiului, în funcție de volumul spațiului protejat, q_{sv} [kg/m³]

Volumul spațiului protejat, V [m ³]	Cantitatea specifică de azot necesară stingerii, q_{sv} [kg/m ³]
$V \leq 4$	1,50
$4 < V \leq 14$	1,39
$14 < V \leq 57$	1,34
$57 < V \leq 127$	1,17
$127 < V \leq 1415$	1,05
$1415 < V \leq 2000$	1,02
$V > 2000$	0,90

• rezistent la alcoolii (AR), care este rezistent la descompunere atunci când se aplică pe suprafața unui alcool sau a unor solvenți polari;

• care formează film apos (AFFF sau FFFP), bazat pe un amestec de hidrocarburi și agenți de suprafață fluorurați și care are capacitatea de a forma un film apos pe suprafața anumitor hidrocarburi;

Spumanții concentrați sunt supuși (conform prevederilor standardului SR ISO 7203-1) încercărilor pentru determinarea:

- performanței la foc;
- toleranței la congelare și decongelare;
- sedimentului, înainte și după îmbătrânirea forțată;
- fluidității, comparativ cu un lichid de referință;
- pH-ului, înainte și după condiționarea la temperatură.

În concordanță cu rezultatele obținute la încercarea de performanță la foc, spumanții concentrați se clasifică:

- pentru performanțele de stingere: în clasele I, II sau III;
- pentru rezistența la reaprindere, în nivelurile: A, B, C sau D.

Clasele de performanță la stingere și nivelurile de rezistență la reaprindere tipice, anticipate, pentru spumanții concentrați de tip AFFF, FFFP, FP, P și S sunt prezentate în tabelul 8.5.9 (conform SR ISO 7203 -1).

Coeficientul de înfoiere al spumei k este raportul dintre volumul de spumă și volumul soluției spumante din care spuma a fost generată

În funcție de valorile coeficienților de înfoiere realizați, spumele se clasifică în:

- spumă de joasă înfoiere: $k = 1$ la 20;
- spumă de medie înfoiere: $k = 21$ la 200;
- spumă de înaltă înfoiere: $k > 201$.

Prin asociere, denumirile de joasă, medie sau înaltă înfoiere se aplică și echipamentelor, sistemelor și spumanților concentrați corespunzători.

Spuma produsă din spumantul concentrat, dacă spumantul concentrat este desemnat ca „sensibil la temperatură”, după condiționarea la temperatură, cu apă potabilă și, dacă este corespunzător, cu apă de mare sintetică, trebuie să aibă o clasă de stingere și un nivel de rezistență la reaprindere

așa cum se specifică în tabelul 8.5.10 (conform SR ISO 7203-1).

În tabelul 8.5.11 sunt date valorile caracteristice pentru spumați concentrați și spume iar în tabelul 8.5.12, valorile debitelor specifice pentru stingerea incendiilor cu spumă (determinate conform procedurilor din standardul SR ISO 7203 - 1).

Spumanții pentru stingerea incendiilor sunt utilizați pe scară largă pentru controlul și stingerea incendiilor de lichide inflamabile și pentru inhibarea reaprinderii. De asemenea, ei pot fi utilizați pentru prevenirea aprinderii lichidelor inflamabile și în anumite condiții, stingerea incendiilor de solide combustibile.

Spumanții concentrați, de fabricație, grade și clase diferite, sunt adesea incompatibili și nu trebuie amestecați, decât dacă s-a stabilit dinainte că nu rezultă o pierdere de eficacitate inacceptabilă.

Spuma utilizată pentru stingerea incendiilor formează o barieră între substanța combustibilă și oxigenul din aer, separând carburantul de comburant.

Spumanții pot fi utilizați în combinație cu alte substanțe de stingere, în mod particular, cu dioxid de carbon și pulberi.

Acolo unde spuma și pulberea pot fi aplicate simultan sau succesiv, utilizatorii trebuie să se asigure că orice interacțiune nefavorabilă nu produce o pierdere de eficacitate inacceptabilă.

Spuma este adecvată pentru aplicare pe suprafețele incendiate ale lichidelor inflamabile nemiscibile cu apa.

Instalațiile de stingere a incendiilor cu spumă, nu se folosesc în cazurile în care este interzisă prezența apei, precum și atunci când substanțele care ard pot reacționa cu spumanții și pot forma

Tabelul 8.5.9. Caracteristicile tipice previzibile pentru diferite tipuri de spumanti concentrați

Tip	Clasa de performanță la stingere	Nivel de rezistență la reaprindere	Formare de film
AFFF (nu AR)	I	D	Da
AFFF (AR)	I	A	Da
FFFP (nu AR)	I	A/B	Da
FFFP (AR)	I	A	Da
FP (nu AR)	II	A/B	Nu
FP (AR)	II	A	Nu
P (nu AR)	III	B	Nu
P (AR)	III	B	Nu
S (nu AR)	III	D	Nu
S (AR)	I	C	Nu

Tabelul 8.5.10. Timpi maximi de stingere și timpi minimi de reaprindere (conform SR ISO 7203-1)

Clasa de performanță la stingere	Nivelul de rezistență la reaprindere	Încercare cu aplicare lentă		Încercare cu aplicare forțată	
		Timp de stingere mai mic de [min]	Timp de reaprindere mai mare de [min]	Timp de stingere mai mic de [min]	Timp de reaprindere mai mare de [min]
I	A	Nu este aplicabil		3	10
	B	5	15	3	Nu s-a încercat
	C	5	10	3	
	D	5	5	3	
II	A	Nu este aplicabil		4	10
	B	5	15	4	Nu s-a încercat
	C	5	10	4	
	D	5	5	4	
III	B	5	15	Nu s-a încercat	
	C	5	10		
	D	5	5		

NOTE:

1 – Nu există nivel de rezistență A pentru clasa III

2 – Pentru încercarea de performanță la foc, clasa I este cea mai înaltă, iar clasa III cea mai joasă. Pentru rezistența la reaprindere, nivelul A este cel mai înalt, iar nivelul D cel mai jos. Spumanții concentrați pot fi comparați după fiecare factor separat, dar nu neapărat necesar în combinație. De exemplu, un spumant IC este superior unuia ID sau altuia IIC, atâta timp cât este superior la stingere, dar inferior ca rezistență, la reaprindere.

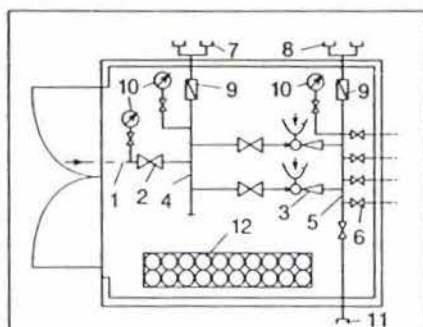


Fig. 8.5.8. Schema de principiu a centralei de spumă :

1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - robinet; 3 - generator de spumă; 4 - distribuitor pentru apă; 5 - distribuitor pentru spumă; 6 - robinet de linie; 7 - racord pentru alimentare cu apă de la pompe mobile; 8 - racord pentru alimentare cu spumă de la generatoare mobile; 9 - clapetă de reținere; 10 - manometru; 11 - racord pentru testarea spumei; 12 - rezervă de spumant.

amestecuri toxice sau explozibile.

8.5.4.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu spumă

Din punct de vedere al alcătuirii, instalațiile de stingere a incendiilor cu spumă, pot fi fixe, semifixe sau mobile.

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu spumă se compun, în principal, din:

- instalații de alimentare cu apă;
- recipiente pentru spumant;
- generatoare de spumă cu insuflare de aer;

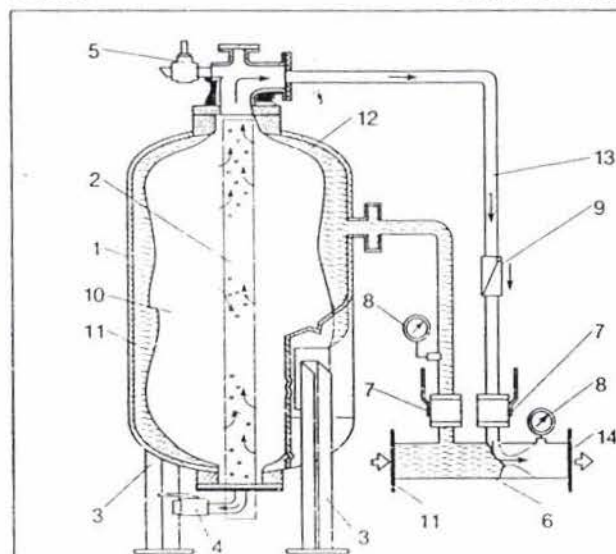


Fig. 8.5.9. Schema de principiu a instalației de generare a spumei:

1 - rezervor vertical; 2 - tub central; 3 - suportul rezervorului; 4 - robinet de descărcare; 5 - robinet (supapă) de siguranță; 6 - amestecător (tub Venturi); 7 - robinet; 8 - manometru; 9 - clapetă de reținere; 10 - spumant; 11 - intrare apă; 12 - membrană lichidă; 13 - soluție spumantă; 14 - ieșire spumă.

Tabelul 8.5.11. Debitul de apă al generatoarelor de spumă chimică, în funcție de presiunea apei la intrarea în generator

Presiunea apei la intrarea în generator [bar]	4	5	6	7
Debitul generatorului, q_{sg} [l/s]	5,35	6,00	6,50	7,33

- dozatoare;
- pompe pentru spumant;
- conducte pentru soluție spumantă;
- deversoare de spumă.

Instalațiile semifixe de stingere a incendiilor cu spumă au în compunerea lor rezervoare de spumant și dozatoare mobile.

Capetele deversoare de spumă și conductele de spumă (sau de soluție spumantă) sunt fixe.

Instalațiile mobile se compun numai din elemente transportabile.

Rezerva de spumant concentrat, pompele, dozatoarele, aparatele, conductele și armăturile instalației de preparare centralizată a spumei se adăpostesc de intemperii și de acțiunea incendiului (căldură, fum și gaze nocive), într-o clădire independentă numită centrală de spumă (fig. 8.5.8). Aceasta va fi amplasată într-un loc ferit în raport cu poziția rezervoarelor, în afara cuvei de retenție sau în alte spații protejate din clădiri închise.

Clădirea centralei de spumă trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale:

- să fie realizată din materiale incombustibile rezistente la foc, corespunzător gradului II de rezistență la foc;
- pereții dinspre rezervoarele protejate să aibă numai fante (vizoare), cu deschidere liberă de 0,20 x 0,10 m,

executate astfel încât prin ele să se poată supraveghea evoluția incendiului la rezervoarele protejate;

- pardoseala să fie cu pantă care să permită scurgerea apei în exterior;

• să asigure spațiul de depozitare a rezervei de spumant concentrat, în condițiile specifice fiecărui produs;

- să fie prevăzută cu instalație electrică de iluminat pentru continuarea lucrului în caz de avarie, executată în conformitate cu prevederile normativului I. 7;

- să permită accesul și aprovizionarea cu spumant concentrat;

- să aibă asigurate mijloacele sigure de comunicație cu serviciul de pompieri, cu stația de pompare a apei pentru incendiu, camera de comanda etc.

În figura 8.5.9 se prezintă schema de principiu a instalației de generare a spumei, iar în figura 8.5.10 schema de introducere a spumantului cu recipiente închise.

Instalațiile fixe de stingere cu spumă se prevăd cu pompă de rezervă.

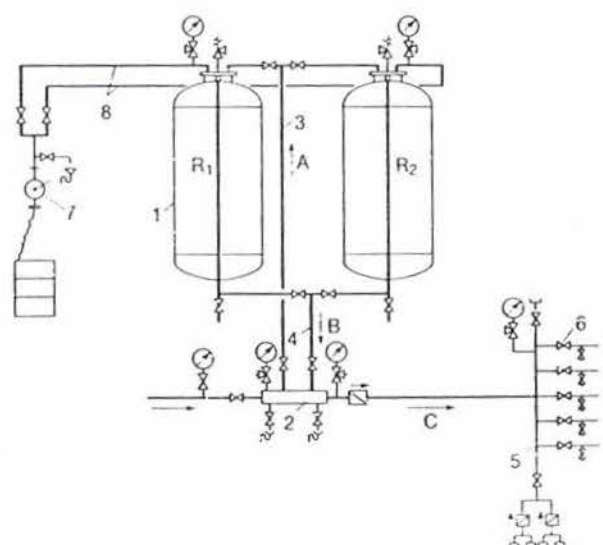


Fig. 8.5.10. Schema instalației de introducere a spumantului cu recipiente închise:

1 - recipient închis; 2 - tub Venturi; 3 - circuit secundar de apă; 4 - circuit de spumant; 5 - distribuitor de soluție spumantă; 6 - robinet de linie; 7 - pompă de spumant; 8 - conductă de umplere; A - apă; B - spumant; C - soluție.

Alimentarea pompelor cu energie se asigură din două surse independente (două surse electrice, o sursă electrică și o sursă de altă natură (termică, pneumatică, abur etc.) sau două surse termice.

Când o instalație de preparare a spumei servește câteva obiecte, de la distribuitorul principal se prevăd conducte individuale spre fiecare obiect protejat, sau o rețea inelară de conducte.

Instalațiile din centrala de preparare a soluției spumante și rețelele de conducte trebuie să fie prevăzute cu legături și robinete pentru spălare cu apă după utilizare.

Pe distribuitorul principal se montează ștufuri cu robinete și racorduri tip B pentru introducerea soluției spumante și direct de la autospecialele de intervenție (în cazul defectării pompelor fixe).

La toate distribuitoarele principale de soluție spumantă se prevăd conducte cu robinete manuale de închidere și cu racorduri tip B pentru alimentarea țevelor portabile generatoare de spuma sau a tunurilor de spumă mecanică.

Conductele de la centrala de spumă până la obiectele protejate se montează fie îngropat (fig. 8.5.11), fie supateran.

Conductele exterioare și intericare se montează cu pantă de 5 ‰ spre robinetele de golire amplasate în punctele cele mai joase.

În cazul conductelor montate îngropat, robinetul de golire se montează în cămin (fig. 8.5.11).

Conductele amplasate în clădiri și în exterior, vor fi marcate, conform STAS 8589.

Conductele de spumă alimentate de la un distribuitor secundar amplasat în interiorul cuvei de retenție a rezervoarelor cu produse petroliere, nu se prevăd cu robinete de secționare.

Pentru limitarea posibilităților de deteriorare a instalației în caz de explozie la rezervor, conductele verticale de spumă trebuie să fie astfel realizate încât să nu permită smulgerea lor ușoară.

Se recomandă ca spuma să fie introdusă în rezervoarele incendiate, pe la partea superioară (fig. 8.5.12).

Deversoarele pentru introducerea spumei la rezervoare se amplasează la distanțe egale între ele.

Introducerea spumei pe la partea inferioară a rezervorului se poate folosi numai la rezervoare cilindrice cu capac fix, în care se depozitează hidrocarburi.

În anumite cazuri, pe baza unei analize temeinice, se poate aplica și la rezervoare cu capac plutitor.

Instalația de stingere cu spumă se prevede cu robinete de secționare, membrane de rupere dimensionate corespunzător contrapresiunii din rezervor și robinet cu clapetă de reținere (care împiedică scurgerea combustibilului în

Tabelul 8.5.12. Debitul de praf chimic al unui generator de spumă, în funcție de presiunea apei

Presiunea apei [bar]	4	5	6	7
Consumul de praf, G [kg/s]	0,85	0,99	1,01	1,09

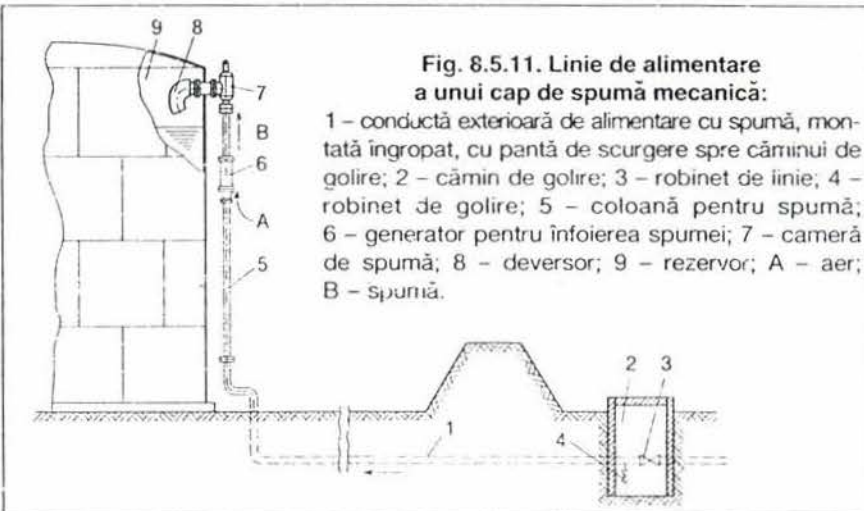


Fig. 8.5.11. Linie de alimentare a unui cap de spumă mecanică:

1 – conductă exterioră de alimentare cu spumă, montată îngropat, cu pantă de scurgere spre căminul de golire; 2 – cămin de golire; 3 – robinet de linie; 4 – robinet de golire; 5 – coloană pentru spumă; 6 – generator pentru înfiorarea spumei; 7 – cameră de spumă; 8 – deversor; 9 – rezervor; A – aer; B – spumă.

instalația de producere a spumei).

Se recomandă montarea de filtre pe conductele de alimentare cu apă, în amonte de dozator.

8.5.4.3 Dimensionarea instalațiilor de stingere cu spumă

Soluțiile spumante se realizează în concentrații volumice de 1 %, 3 %, 5 % sau 6 %, în funcție de tipul spumantului concentrat și de utilajele dozatoare utilizate.

Valorile debitelor specifice necesare stingerii incendiilor cu spumă, se stabilesc prin încercări de către producătorul spumantului concentrat respectiv.

Pentru spumantii concentrați uzuali, se recomandă valorile debitelor specifice redată în tabelul 8.5.12.

Pentru instalații de stingere mobile la rezervoare, valorile debitelor specifice necesare stingerii incendiilor cu spumă, se majorează cu 30 %.

Debitul de spuma (Q_s) necesar stingerii unei zone incendiate, se determină cu relația:

$$Q_s = q_s A \quad [\text{l/min}] \quad (8.5.12)$$

în care:

- q_s este debitul specific de spuma [$\text{l/min}/\text{m}^2$];

- A – aria secțiunii orizontale incendiate [m^2].

Pentru rezervoare cu capac plutitor, debitul de spumă (Q_s) se determină numai pentru spațiul de etanșare cuprins între mantaua rezervorului și peretele metalic de dirijare (cu înălțimea de 0,50 m și fixat pe capac la distanța de 0,80 la 1,00 m de manta), cu relația:

$$Q_s = q_s L \quad [\text{l/min}] \quad (8.5.13)$$

în care:

- q_s este debitul specific de spumă [$\text{l/min}/\text{m}^2$];

- L – circumferința rezervorului [m].

Debitul minim de calcul pentru stin-

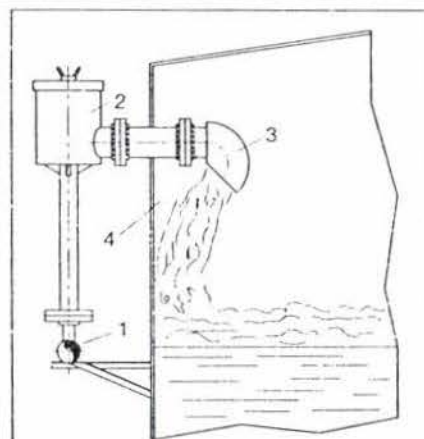


Fig. 8.5.12. Cameră de spumă cuplată cu deversor:

1 – conductă de spumă; 2 – camera de spumă; 3 – deversor; 4 – rezervor.

gerea incendiului la rezervoare se determină pentru suprafața rezervorului care necesită consumul cel mai mare din cadrul cuvei respective.

Pentru stingerea incendiului în cuvele de retenție, debitul minim de calcul se determină pentru cuva cu suprafața cea mai mare.

Timpul de operare necesar stingerii incendiului cu spumă, variază între 30 și 55 de minute, în funcție de caracteristicile substanței lichide sau solide combustibile.

8.5.5. Instalații cu pulberi stingătoare de incendiu

8.5.5.1 Proprietățile pulberilor stingătoare de incendiu

Acestea sunt substanțe fabricate pe bază de bicarbonat de sodiu, respectiv, bicarbonat de potasiu, sulfat de amoniu, carbonat de sodiu, sulf, uree, diferite produse ale borului. Ele sunt transportate sub presiune prin conducte,

agentul de fluidizare, antrenare și refulare a acestora prin duze asupra focarului de ardere fiind, de regulă, azotul comprimat (în unele cazuri, dioxidul de carbon comprimat) în butelii.

Pulberile stingătoare trebuie să aibă:

- eficacitate mare la stingere, determinată de proprietățile chimice și gradul de dispersie;

- fluiditate bună în conducte și capacitatea de a forma un nor compact în suspensie în aer, stabilitate la umezire și la întărire în cursul unei păstrări îndelungate;

- stabilitate termică;

- conductibilitate electrică redusă.

Pulberea stingătoare trebuie să fie perfect uscată, depozitarea ei făcându-se în încăperi lipsite de umezeală. Receptivitatea cu pulbere stingătoare se amplasează aproape de locul unde ur-

mează să se intervină, fără însă a fi periclitată de incendiu sau explozie, ferite de influența factorilor atmosferici, de lovături etc.

Azotul este comprimat la presiune înaltă (150...200 bar) în butelii cu capacitatea de 40 l. Pentru reducerea presiunii la valoarea necesară fluidizării și transportului pulberii prin conducte, se folosesc reductoare de presiune. Deschiderea ventilului reductorului se face prin comandă pneumatică.

La folosirea dioxidului de carbon trebuie să se țină seamă de fenomenele care însoțesc transformările termodinamice prin destinderea acestuia și trecerea din fază lichidă în fază gazoasă, asigurându-se în același timp, presiunile de lucru necesare fluidizării și transportului pulberii.

În România, s-a realizat o pulbere pe

bază de bicarbonat de potasiu, denumită, după inițialele catalizatorului utilizat, „Florex”. Acest produs cu mare eficacitate la stingere are în compoziția sa, pe lângă bicarbonatul de potasiu, o serie de compuși chimici, dintre care unii facilitează dezagregarea termică a acestuia, începând de la temperaturile de 150...200 °C, iar alții îmbunătățesc capacitatea de fluidizare și curgere, în condițiile ejectării pulberii cu azot sau cu dioxid de carbon comprimat.

La descompunerea totală la 1 kg de bicarbonat de sodiu se degajă 0,26 kg dioxid de carbon și se asigură o cantitate de căldură necesară pentru evaporarea a 0,3 kg apă.

Pulberile se folosesc la stingerea incendiilor de lichide și gaze combustibile, metale ușoare și aliajele acestora, materiale solide combustibile (lemn, cărbune etc.).

Pulberile stingătoare și produsele lor de descompunere nu sunt periculoase pentru sănătatea omului. De regulă, pulberile nu exercită un efect corosiv asupra metalelor.

8.5.5.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații cu pulberi stingătoare de incendiu

Instalațiile cu pulberi stingătoare de incendiu pot fi fixe sau mobile (portabile).

a. *Instalațiile fixe cu pulberi stingătoare de incendiu*

Aceste instalații pot fi cu inundare locală sau totală a spațiului protejat și pot fi acționate manual sau automat (pneumatic sau mecanic).

Instalația cu pulbere cu acționare pneumatică (fig. 8.5.13) este pusă în funcțiune prin intermediul detectoarelor de incendiu (care pot reacționa la unul sau mai mulți parametri: temperatură, fum etc.) care transmit impulsuri la tabloul electric de comandă, control și semnalizare. De aici, printr-un circuit electric se comandă deschiderea ventilului buteliei cu azot comprimat. Acesta pătrunde printr-o conductă în rezervorul cu pulberi pe care o refulează sub presiune în rețeaua de conducte și prin duze în spațiul protejat. La încetarea funcționării, conductele se curăță de pulberi.

Instalația cu pulberi cu acționare mecanică este pusă în funcțiune datorită energiei unei greutate care cade în urma topirii unor elemente fuzibile, intercalate pe un cablu care menține greutatea respectivă într-o anumită poziție. Miscarea greutății se transmite la o pârghie, care deschide robinetul buteliei cu azot comprimat. Acesta pătrunde printr-o conductă în rezervorul cu pulberi, pe care o refulează sub presiune în rețeaua de conducte, de unde, prin duze, este proiectată sub formă de jet

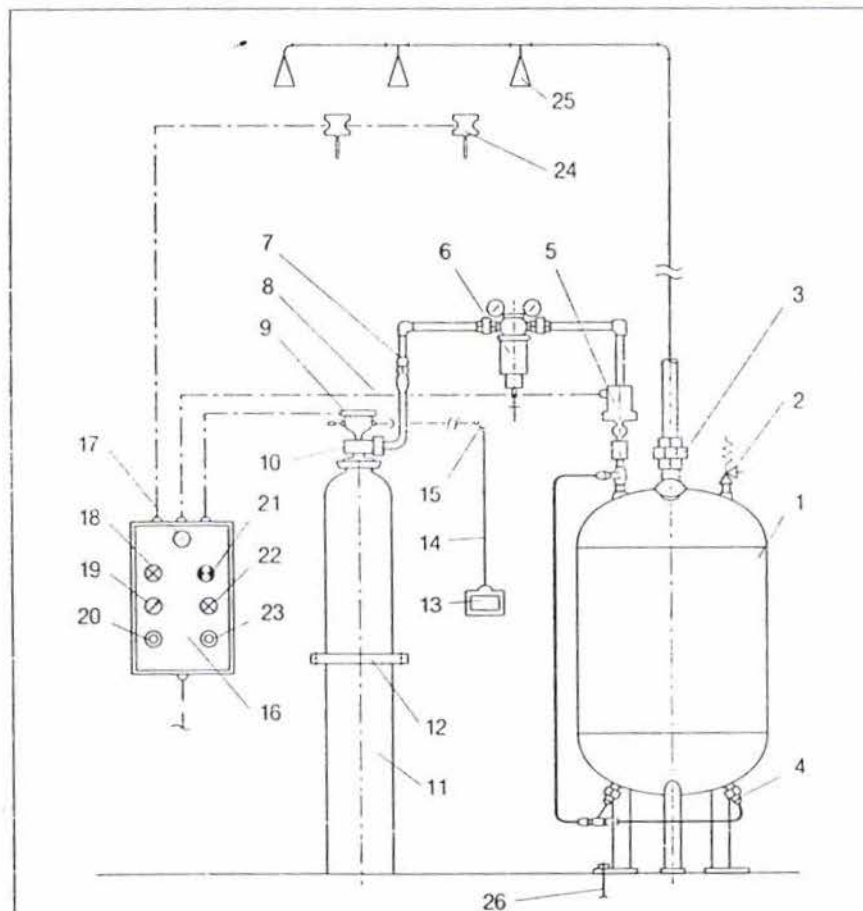


Fig. 8.5.13. Schema unei instalații de stingere a incendiului cu pulbere, cu acționare pneumatică:

1 – rezervor de pulbere; 2 – supapă de siguranță; 3 – racord de evacuare a pulberii din rezervor; 4 – injektor; 5 – comutator de presiune; 6 – reductor de presiune cu manometre la intrare și ieșire; 7 – reducere; 8 – racord flexibil; 9 – cap de control electric; 10 – robinetul buteliei de azot; 11 – butelie de azot comprimat; 12 – bridă; 13 – manetă de control; 14 – cablu metalic în tub de protecție $\varnothing$ 3/8"; 15 – rolă; 16 – tablou de control și semnalizare; 17 – sirena de alarmă; 18 – lampă de alarmă incendiu; 19 – selector alarmă incendiu; 20 – buton de control descărcare pulbere; 21 – lampă voltaj; 22 – lampă indicatoare sirena de alarmă; 23 – buton pentru testarea sistemului de alarmă; 24 – detector de incendiu; 25 – duză; 26 – bolt de fixare a flanșei sudată pe piciorul rezervorului cu pulbere.

asupra focarului de incendiu.

Instalațiile automate sunt prevăzute și cu dispozitive de acționare manuală.

b. Rețeaua de conducte

Pentru transportul pulberii stingătoare se folosesc țevi din oțel zincat sau oțel anticorrosiv.

Rețeaua de conducte trebuie ferită de deteriorări mecanice și acțiuni chimice. Acolo unde sunt posibile explozii, conductele se vor monta pe suporturi ferite de efectele mecanice ale exploziei. Conductele se protejează împotriva temperaturilor înalte, a flăcărilor și stropilor de lichide combustibile.

Traseele conductelor prin care se transportă pulberea nu trebuie să aibă schimbări de direcție și curbe bruște. După schimbările de direcție nu se recomandă executarea ramificațiilor în imediata apropiere a cotului în același plan, deoarece din cauza efectului forțelor de inerție, repartizarea pulberii în conductă, după ramificație, va fi neuniformă. Coturile și curbele conductelor se prevăd, pe cât posibil, mai aproape de rezervorul cu pulberi. În sectorul inițial al conductei, din cauza vitezei mai reduse de circulație a pulberii, pierderile de sarcină, datorită rezistențelor locale, vor fi mai mici. Se recomandă ca raza de curbă R a conductei la coturi să fie $R > 10 d$. Lungimea conductei pentru refularea pulberii trebuie să fie, pe cât posibil, mică; se recomandă ca lungimea maximă a conductei magistrale să nu depășească 100 m. Pentru prevenirea obturării conductei cu pulberi, armăturile de închidere trebuie să fie în curent direct. În acest scop se recomandă folosirea robinetelor cu cep sau cu ventili sferici.

Aria totală a secțiunilor ramificațiilor de la conductă trebuie să fie aproximativ egală cu aria secțiunii conductei magistrale.

Pentru a se crea contrapresiunea la duză, aria totală a secțiunii duzelor A_d trebuie să fie în limitele: $A_d = (0,6 \dots 0,8) A_c$, unde A_c este aria secțiunii conductei.

c. Duzele de refulare a pulberilor stingătoare de incendiu

Se execută din oțel anticorrosiv, alamă sau alte materiale rezistente la coroziune și la acțiunea flăcărilor.

d. Stingătoare cu pulbere

În România se produc stingătoare portabile cu pulbere „Florex” (de către S.C. AROMET S.A. Buzău) în patru tipuri cu masa încărcăturii de 1,5; 2,0; 3,0; 6,0 kg.

8.6. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor cu fluide tehnologice

La executarea și montarea instalațiilor

cu fluide tehnologice se aplică, în general, aceleași tehnologii ca și la celelalte tipuri de instalații, cu unele particularități ce se prezintă în continuare.

8.6.1. Instalații de aer comprimat

Compresoarele de aer din centrala de aer comprimat se montează pe fundații din beton și sunt prevăzute cu amortizoare de vibrații, de construcție specială.

Conductele pentru transportul și distribuția aerului comprimat se execută cu țevi din oțel, îmbinate prin sudură sau prin flanșe prevăzute cu garnituri din cauciuc. Rețelele exterioare se pot monta aparent (susținute pe stâlpi, estacade etc. și izolate termic) sau îngropate sub adâncimea de îngheț, fiind în prealabil protejate contra coroziunii. Rețelele interioare se montează, în general, cu o pantă de 5 % către separatoarele de condensat.

Rețeaua de conducte pentru distribuția aerului comprimat este supusă următoarelor probe:

- de etanșitate, la o presiune egală cu 1,5 ori presiunea de regim, care se menține 6 ore în instalație; după acest interval, scăderea presiunii trebuie să fie mai mică de 1 % din presiunea inițială;
- finală de funcționare realizată cu toate robinetele, armăturile și aparatele de măsură și control montate. Presiunea de probă este egală cu cea de regim și se menține în instalație atât timp cât este necesar pentru a controla cu o emulsie de apă și săpun, etanșitatea robinetelor și armăturilor de utilizare.

Recepția instalației se face după ce se verifică: concordanța dintre proiect și instalația realizată; funcționarea întregii instalații și etanșitatea acesteia.

Instalațiile de aer comprimat fiind complet automatizate necesită o exploatare cu personal minim, dar cu calificare corespunzătoare.

8.6.2. Instalații de oxigen

Rampele de distribuție a oxigenului gazos și stațiile de gazeificare a oxigenului lichid se proiectează, execută și montează conform prescripțiilor din „Normativul departamental pentru proiectarea fabricilor de oxigen și stațiilor de distribuție a oxigenului” - P.D. 43.

Conductele de oxigen se montează, în general, aparent, la distanțe de cel puțin 500 mm de cablurile electrice izolate și de 1.000 mm de conductoarele electrice neizolate.

Este interzisă montarea conductelor de oxigen în canale împreună cu cablurile electrice de forță, de iluminat sau telefonice.

Toate conductele pentru oxigen se

îmbină prin sudare; cele din cupru, fie prin sudare, fie prin lipitură tare. Flanșele sau manșoanele cu filet se folosesc numai la legarea armăturilor.

Pentru siguranță, în timpul exploatarei, conductele de oxigen se marchează cu etichete de avertizare.

După montarea rețelei de conducte și a armăturilor de închidere, se efectuează următoarele probe hidraulice:

- de rezistență a rețelei de conducte la presiunea de 1,5 ori presiunea de lucru (de regim) însă cel puțin 1 bar; proba se face cu aer comprimat sau apă, îmbinările se verifică cu emulsie de apă și săpun;
- de etanșitate - se execută cu oxigen la presiunea de lucru. Înainte de probare, instalația este suflată cu azot comprimat; nu se admit pierderi de gaz peste 1 % din volumul inițial pentru conducte cu presiunea de lucru până la 1 bar și 0,3 % pentru presiuni mai mari.

Înainte de a fi dată în exploatare, rețeaua conductelor de oxigen trebuie să fie degresată prin spălare cu tetraclorură de carbon (CCl_4). După spălare, resturile de soluție se îndepărtează cu ajutorul aerului fierbinte sau al vaporilor de apă insuflați în conductă.

Exploatarea instalațiilor de oxigen trebuie făcută de către personal calificat, care să cunoască normele de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor specifice acestor tipuri de instalații.

8.6.3. Instalații de acetilenă

La montarea generatoarelor de acetilenă se aplică prescripțiile tehnice din „Normativul pentru proiectarea și executarea din punct de vedere al prevenirii incendiilor și exploziilor, a instalațiilor care produc sau utilizează acetilenă”.

Rețelele exterioare de acetilenă se montează aparent, pe estacade sau îngropat, sub cota de îngheț (la minimum 0,8 m de la nivelul solului până la generatoarele de sus a conductei de acetilenă).

Distanțele conductelor îngropate față de clădiri, canale sau cămine este de minimum 3 m; față de cabluri electrice îngropate de minimum 1 m; față de conducte de alimentare cu apă și canalizare de 1,5 m, iar față de conducte cu lichide inflamabile de minimum 5 m.

Conductele se montează cu o pantă de 5 % către punctele rețelei unde se amplasează separatoare de apă.

Rețelele interioare se montează aparent, pe suporturi proprii, deasupra celorlalte categorii de conducte. Față de cablurile electrice distanța de montare a conductelor de acetilenă trebuie să fie cel puțin 1 m.

La locul derivațiilor pentru acetilenă se intercalează câte o supapă hidraulică de siguranță, iar deasupra lor este bine să se monteze pâlnii de ventilație.

Înainte de a pune în exploatare conductele de acetilenă cu o presiune de 1,5 bar, se face o probă de presiune.

Ținând seama că la explozia acetilenei presiunea crește de circa 13 ori în comparație cu presiunea din supape, acestea trebuie să fie încercate la presiunea: $p_i = 13 (1,5 + 1) - 1 = 31,5$ bar.

Proba de etanșeitate se face cu aer comprimat la o presiune de trei ori mai mare decât presiunea de lucru.

Neetanșeitățile se determină cu ajutorul soluțiilor de săpun sau al altor soluții spumoase. Înainte de a introduce acetilenă în conductă, aceasta este suflată cu un gaz inert: azot (N_2) sau dioxid de carbon (CO_2). Gazele respective se vor evacua în atmosferă.

Exploatarea instalațiilor de acetilenă se face de către personal calificat și instruit pentru a cunoaște normele de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor specifice acestor tipuri de instalații.

8.6.4. Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor

Pe durata executării și montării acestor instalații, se iau măsuri de evitare a

pătrunderii în interiorul conductelor a unor corpuri străine care ar putea împiedica transportul sau refularea substațelor stingătoare de incendiu.

Subansamblurile și echipamentele se transportă asamblate, păstrându-și caracteristicile tehnice și constructive cu care au fost realizate de producător și se depozitează în condiții de siguranță.

După montare, conductele se curăță, iar înainte de montarea duzelor (pentru CO_2 , FM200, azot, pulberi stingătoare) se suflă cu aer (sau azot) comprimat, pentru îndepărtarea eventualelor corpuri străine, pătrunse accidental.

La montarea duzelor de refulare se urmărește ca acestea să nu se înfunde, deformeze etc.

După executarea instalațiilor de stingere a incendiilor se verifică rigiditatea îmbinărilor prin proba hidraulică de rezistență la presiune și proba de etanșeitate cu aer comprimat.

Proba de funcționare are ca obiectiv controlul funcționării armăturilor de comandă, a dispozitivelor de alarmă etc. Proba de funcționare se face cu o singură butelie sau cu întreaga instalație, în funcție de complexitatea acesteia. În cadrul probei de funcționare se verifică funcționarea instalației atât local, cât și de la distanță (când este astfel proiectată).

Instalațiile de stingere a incendiilor sunt prevăzute cu indicatoare de mar-

care corespunzătoare.

8.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor cu fluide tehnologice

Exploatarea rațională și în condiții de deplină siguranță în funcționare a instalațiilor cu fluide tehnologice este asigurată numai de personal calificat și instruit în privința cunoașterii și aplicării normelor de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor.

În acest scop se afișează la loc vizibil:

- schema de funcționare a instalațiilor;

- instrucțiunile specifice de exploatare a instalațiilor;

- măsurile specifice de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor.

La elaborarea instrucțiunilor specifice de exploatare a instalațiilor cu fluide tehnologice, se aplică prevederile din normativele în vigoare referitoare la aceste tipuri de instalații, prescripțiile tehnice ISCIR și condițiile tehnice cuprinse în documentațiile date de furnizorii de utilaje, echipamente și aparate.

BIBLIOGRAFIE

1. Babbitt, E. Harold - Water Supply Engineering, Mc. Graw Hill, 1962.
2. Bălulescu, P., Călinescu, V. - Instalații speciale automate de detectare și de stingere a incendiilor, București, Editura Tehnică, 1980.
3. Brigaux, G., Garrigou, M. - La plomberie les équipements sanitaires, Paris, 1973.
4. Charlet, H. - Traité de plomberie et d'installation sanitaire, Paris, Garnier Frères, 1963.
5. Cioc, D. - Hidraulica, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
6. Duffie, A.J., Beckman, A.W. - Solar energy thermal processes, New York, John Wiley, 1974.
7. Degrémont, G. - Mémento technique de l'eau, Paris, 1990.
8. Dobromăslev, A.I. - Rasciot i constructirovanie sistem kanalizatii zdani, Moskva, Stroizdat, 1978.
9. Dumitrescu, L. - Instalații de apă caldă menajeră, Editura Tehnică, București, 1965.
10. Dumitrescu, L. - Instalații sanitare pentru ansambluri de clădiri, Editura Tehnică, București, 1980.
11. Dumitrescu, L. - Noi relații de calcul pentru dimensionarea rețelelor de alimentare cu apă rece și caldă pentru clădiri de locuit, INSTALATORUL nr. 3, 1999, Editura ARTECNO, București.
12. Dumitrescu, L. - Alimentarea cu apă a localităților din mediul rural, revizuirea normativului P 66, INSTALATORUL nr. 8/ 2001, nr. 1, 2/ 2002, Editura ARTECNO, București.
13. Feurich, H. - Taschenbuch für den Sanitär - Installateur, Düsseldorf, 1985.
14. Gallizio, A. - Impianti Sanitari, Editor Ulrico Hoepli, Milano, 1952.
15. Gheorghe, G. - Distribuția și utilizarea gazelor naturale, Editura Tehnică, București, 1972.
16. Grothe, H. ș.a. - Ihr Eigenheim und die Hausinstallation, VEB, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1986.
17. Iamandi, C., Petrescu, V., Sandu, L., Damian, R., Anton, A., Degeratu, M. - Hidraulica instalațiilor, Editura Tehnică, București, 1990.
18. Ignat, V., Schmidt, E. - Cartea instalatorului de gaze combustibile pentru industrie, Editura Tehnică, București, 1986.
19. Kedrov, V.S., Lovțov, E.N. - Sanitarno tehnicescioie oborudovanie zdani, Moskva, 1989.
20. Leonăchescu, N. - Termotehnică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
21. Miheev, O.P. - Proiectirovanie sanitarno - tehnicescioie vodorazbornoi armaturî zdani, Moskva, Stroizdat, 1990.
22. Negulescu, M. - Canalizări, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
23. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești, Editura Tehnică, București, 1978.
24. Negulescu, M., Antoniu, R., Bondor, Doina, Constantinescu, Gh., Ghederim, Victoria, Marcu, M., Negulescu, C.A.L., Popescu, V., Tăutu, D., Vaicum, Lydia - Epurarea apelor uzate industriale, Editura Tehnică, București, 1987.
25. Polgunov, P.P., Isaev, V.I. - Sanitarno - tehniceskioie ustroistvo i gazosnabjenii zdani, Moskva, 1982.
26. Păslărașu, I., Rotaru, M., Teodorescu, M. - Alimentări cu apă, Editura Tehnică, București, 1981.
27. Recknagel - Sprenger - Taschenbuch für Heizung, Lüftung und Klimatechnik, R. Oldenborg, München - Wien, 1992.
28. Sack, Th., F. - Building and plant maintenance, Prentice - Hall, Inc., 1986.
29. Saunas Cristoph - Planing von Schwimmbädern, Krammer, Verlag, Düsseldorf, 1989.
30. Trofin, P. - Alimentări cu apă, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
31. Vintilă, Șt., Busuioc H. - Instalații de alimentare cu apă, canalizare, sanitare și de gaze, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
32. Vintilă, Șt. - Instalații hidraulice industriale, I.C.B., 1980.
33. Vintilă, Șt., Cruceru, T., Onciu, Lucia, Șerbănescu, C. - Instalații sanitare și de gaze - Îndrumător de proiectare, Editura Tehnică, București, 1987.
34. Vintilă, Șt., Cruceru, T., Onciu, Lucia - Instalații sanitare și de gaze, Editura didactică și Pedagogică, București, 1995.
35. Voinescu, V., Niculescu, N., Lăzărescu, L. - Îndrumătorul instalatorului, Editura Tehnică, București, 1964.
36. Vincent, T., Manas, P.E. - National plumbing - Code Water supply and distribution, New York, 1975.
37. *** - Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, indicativ I 9 - 94.
38. *** - Normativ pentru exploatarea instalațiilor sanitare, indicativ I 9/1 - 96.
39. *** - Normativ de siguranță la foc a construcțiilor, indicativ P 118 - 99.
40. *** - Normativ pentru proiectarea și executarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale, indicativ I 6 - 98.
41. *** - Normativ pentru exploatarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale, indicativ I 6/1 - 98.



Bibliografie

42. *** - Normativ pentru proiectarea și executare sistemelor de distribuție a gazelor naturale, utilizând conducte, fittinguri și armături din polietilenă de medie densitate și polietilenă de înaltă densitate, indicativ I 6/PE/2000.
43. *** - Normativ pentru exploatarea sistemelor de distribuție a gazelor naturale prin conducte din polietilenă, indicativ I 6/1/PE/2000.
44. *** - Normativ pentru proiectarea și executarea sistemelor de alimentare cu gaze petroliere lichefiate (G.P.L.), indicativ I 31 - 99.
45. *** - Normativ pentru exploatarea sistemelor de alimentare cu gaze petroliere lichefiate (G.P.L.), indicativ I 33 - 99.
46. *** - STAS 1478 - 90, Alimentarea cu apă la clădiri civile și industriale. Prescripții fundamentale de calcul și proiectare.
47. *** - STAS 1795 - 87, Canalizări interioare. Prescripții fundamentale de calcul și proiectare.
48. *** - Ghid privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare, utilizând conducte din PVC, polietilenă și polipropilenă, GP - 043/99, IPCT, 1999.
49. *** - Colecția revistei INSTALATORUL, Editura ARTECNO, București, 1993 - 2002
50. *** - Catalogul de detalii tip, instalații sanitare, IPCT, 1996.
51. *** - Îndrumătorul de proiectare, instalații sanitare, S, Mapa Proiectantului, IPCT, 1996.

I. Instalații sanitare

Anexe

Anexa I

Tabelul 1. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $q_{sa} = 0,74$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]												E	q_c [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.							
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,2	4,0	4,5		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	1,5	0,19
0,40	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	2,0	0,22
0,50	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,23	2,5	0,25
0,60	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,16	0,18	0,20	0,21	0,24	0,25	3,0	0,27
0,80	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,19	0,21	0,24	0,24	0,27	0,29	4,0	0,32
1,0	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,21	0,24	0,27	0,27	0,31	0,33	5,0	0,36
1,2	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,24	0,27	0,29	0,30	0,34	0,36	6,0	0,39
1,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,27	0,30	0,33	0,34	0,38	0,41	7,5	0,44
1,7	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,28	0,32	0,35	0,36	0,41	0,43	8,5	0,47
2,0	0,37	0,41	0,46	0,50	0,53	0,57	0,31	0,35	0,38	0,40	0,45	0,47	10,0	0,51
2,5	0,41	0,47	0,52	0,56	0,60	0,64	0,35	0,39	0,43	0,45	0,50	0,53	12,5	0,58
3,0	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,38	0,43	0,47	0,49	0,55	0,59	15,0	0,64
3,5	0,50	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,41	0,47	0,52	0,53	0,60	0,64	17,5	0,70
4	0,53	0,60	0,67	0,72	0,78	0,83	0,45	0,50	0,55	0,57	0,65	0,69	20	0,75
5	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95	0,50	0,57	0,63	0,65	0,73	0,78	25	0,85
6	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98	1,05	0,55	0,63	0,69	0,72	0,81	0,87	30	0,94
7	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	1,15	0,60	0,68	0,75	0,78	0,88	0,95	35	1,03
8	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24	0,65	0,73	0,81	0,84	0,95	1,02	40	1,11
9	0,83	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33	0,69	0,78	0,87	0,90	1,02	1,09	45	1,19
10	0,88	1,00	1,11	1,22	1,32	1,41	0,73	0,83	0,92	0,95	1,08	1,16	50	1,26
12	0,98	1,11	1,24	1,35	1,46	1,57	0,81	0,92	1,02	1,06	1,20	1,29	60	1,40
14	1,07	1,22	1,35	1,48	1,60	1,72	0,88	1,00	1,11	1,16	1,32	1,41	70	1,53
16	1,16	1,32	1,46	1,60	1,74	1,87	0,95	1,08	1,20	1,25	1,42	1,53	80	1,66
18	1,24	1,41	1,57	1,72	1,87	2,01	1,02	1,16	1,29	1,34	1,53	1,64	90	1,78
20	1,32	1,50	1,67	1,83	1,99	2,14	1,08	1,23	1,37	1,42	1,62	1,74	100	1,90
25	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,46	1,23	1,40	1,56	1,62	1,86	2,00	125	2,18
30	1,67	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76	1,37	1,56	1,74	1,81	2,08	2,23	150	2,44
35	1,83	2,10	2,35	2,59	2,82	3,04	1,50	1,71	1,91	1,99	2,28	2,46	175	2,68
40	1,99	2,28	2,56	2,82	3,07	3,32	1,62	1,86	2,08	2,16	2,48	2,67	200	2,92
45	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58	1,74	2,00	2,23	2,32	2,67	2,88	225	3,15
50	2,28	2,63	2,95	3,26	3,55	3,84	1,86	2,13	2,38	2,48	2,86	3,08	250	3,37
55	2,42	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09	1,97	2,26	2,53	2,64	3,04	3,28	275	3,59
60	2,56	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34	2,08	2,38	2,67	2,78	3,21	3,47	300	3,80
65	2,69	3,10	3,49	3,87	4,23	4,58	2,18	2,51	2,81	2,93	3,38	3,66	325	4,00
70	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81	2,28	2,63	2,95	3,07	3,55	3,84	350	4,21
75	2,95	3,41	3,84	4,26	4,66	5,05	2,38	2,74	3,08	3,21	3,72	4,02	375	4,40
80	3,07	3,55	4,01	4,44	4,86	5,27	2,48	2,86	3,21	3,35	3,88	4,20	400	4,60
85	3,20	3,70	4,17	4,63	5,07	5,50	2,58	2,97	3,34	3,49	4,04	4,37	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I														
Tabelul 1 (continuare)														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72	2,67	3,08	3,47	3,62	4,20	4,54	450	4,98
95	3,44	3,98	4,50	4,99	5,47	5,94	2,77	3,19	3,59	3,75	4,35	4,71	475	5,17
100	3,55	4,12	4,66	5,17	5,67	6,16	2,86	3,30	3,72	3,88	4,50	4,88	500	5,35
110	3,78	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59	3,04	3,51	3,96	4,13	4,81	5,21	550	5,72
120	4,01	4,66	5,27	5,87	6,45	7,01	3,21	3,72	4,20	4,38	5,10	5,53	600	6,07
130	4,23	4,92	5,57	6,21	6,82	7,42	3,38	3,92	4,43	4,63	5,39	5,85	650	6,42
140	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83	3,55	4,12	4,66	4,86	5,67	6,16	700	6,77
150	4,66	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23	3,72	4,31	4,88	5,10	5,95	6,47	750	7,11
160	4,86	5,67	6,45	7,19	7,92	8,62	3,88	4,50	5,10	5,33	6,23	6,77	800	7,44
170	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02	4,04	4,69	5,32	5,56	6,50	7,07	850	7,77
180	5,27	6,16	7,01	7,83	8,62	9,40	4,20	4,88	5,53	5,79	6,77	7,36	900	8,10
190	5,47	6,40	7,28	8,14	8,97	9,79	4,35	5,06	5,74	6,01	7,03	7,65	950	8,42
200	5,67	6,63	7,56	8,45	9,32	10,17	4,50	5,25	5,95	6,23	7,30	7,94	1000	8,74
220	6,06	7,10	8,10	9,06	10,00	10,92	4,81	5,60	6,36	6,66	7,81	8,51	1100	9,37
240	6,45	7,56	8,62	9,66	10,67	11,66	5,10	5,95	6,77	7,09	8,32	9,07	1200	10,00
260	6,82	8,01	9,15	10,25	11,33	12,39	5,39	6,30	7,17	7,50	8,82	9,62	1300	10,61
280	7,19	8,45	9,66	10,84	11,99	13,11	5,67	6,63	7,56	7,92	9,32	10,17	1400	11,21
300	7,56	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82	5,95	6,97	7,94	8,32	9,81	10,71	1500	11,81
320	7,92	9,32	10,67	11,99	13,27	14,53	6,23	7,30	8,32	8,72	10,29	11,24	1600	12,40
340	8,27	9,75	11,17	12,55	13,9	15,23	6,50	7,62	8,70	9,12	10,77	11,76	1700	12,98
360	8,62	10,17	11,66	13,11	14,53	15,92	6,77	7,94	9,07	9,51	11,24	12,29	1800	13,56
380	8,97	10,59	12,15	13,67	15,15	16,61	7,03	8,26	9,44	9,90	11,71	12,80	1900	14,14
400	9,32	11,00	12,63	14,22	15,77	17,30	7,30	8,57	9,81	10,29	12,17	13,32	2000	14,71
425	9,75	11,52	13,23	14,90	16,54	18,15	7,62	8,96	10,26	10,77	12,75	13,95	2125	15,41
450	10,17	12,03	13,82	15,58	17,3	18,99	7,94	9,35	10,71	11,24	13,32	14,58	2250	16,12
475	10,59	12,53	14,41	16,25	18,05	19,82	8,26	9,73	11,15	11,71	13,88	15,21	2375	16,81
500	11,00	13,03	15,00	16,92	18,8	20,65	8,57	10,11	11,59	12,17	14,44	15,83	2500	17,50
525	11,41	13,53	15,58	17,58	19,54	21,48	8,89	10,48	12,03	12,63	15,00	16,44	2625	18,19
550	11,82	14,02	16,15	18,24	20,28	22,30	9,20	10,85	12,46	13,09	15,55	17,05	2750	18,87
575	12,23	14,51	16,73	18,89	21,02	23,11	9,50	11,22	12,89	13,54	16,10	17,66	2875	19,54
600	12,63	15,00	17,30	19,54	21,75	23,93	9,81	11,59	13,32	13,99	16,65	18,27	3000	20,22
650	13,43	15,96	18,43	20,84	23,20	25,54	10,41	12,31	14,16	14,89	17,73	19,47	3250	21,55
700	14,22	16,92	19,54	22,12	24,64	27,13	11,00	13,03	15,00	15,77	18,80	20,65	3500	22,87
750	15,00	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72	11,59	13,74	15,83	16,65	19,86	21,83	3750	24,19
800	15,77	18,80	21,75	24,64	27,49	30,29	12,17	14,44	16,65	17,51	20,92	23,00	4000	25,49
850	16,54	19,73	22,84	25,89	28,90	31,86	12,75	15,14	17,46	18,37	21,96	24,16	4250	26,78
900	17,30	20,65	23,93	27,13	30,29	33,41	13,32	15,83	18,27	19,23	23,00	25,31	4500	28,06
950	18,05	21,57	25,00	28,37	31,69	34,96	13,88	16,51	19,07	20,07	24,03	26,45	4750	29,34
1000	18,80	22,48	26,07	29,60	33,07	36,50	14,44	17,19	19,86	20,92	25,05	27,59	5000	30,61
1100	20,28	24,28	28,19	32,03	35,82	39,55	15,55	18,53	21,44	22,58	27,08	29,85	5500	33,12
1200	21,75	26,07	30,29	34,45	38,54	42,58	16,65	19,86	23,00	24,23	29,10	32,08	6000	35,62
1300	23,2	27,84	32,38	36,84	41,24	45,59	17,73	21,18	24,54	25,87	31,09	34,30	6500	38,09
1400	24,64	29,60	34,45	39,22	43,92	48,58	18,80	22,48	26,07	27,49	33,07	36,50	7000	40,55
1500	26,07	31,34	36,50	41,58	46,59	51,55	19,86	23,77	27,59	29,10	35,03	38,68	7500	42,99
1600	27,49	33,07	38,54	43,92	49,24	54,51	20,92	25,05	29,10	30,69	36,99	40,86	8000	45,42
1700	28,90	34,79	40,57	46,26	51,88	57,45	21,96	26,32	30,59	32,28	38,93	43,02	8500	47,83
1800	30,29	36,50	42,58	48,58	54,51	60,38	23,00	27,59	32,08	33,86	40,86	45,16	9000	50,23
1900	31,69	38,20	44,59	50,89	57,12	63,29	24,03	28,85	33,56	35,42	42,78	47,30	9500	52,62
2000	33,07	39,89	46,59	53,20	59,73	66,20	25,05	30,10	35,03	36,99	44,69	49,43	10000	55,00
2500	39,89	48,25	56,47	64,59	72,62	80,58	30,10	36,25	42,30	44,69	54,13	59,96	12500	66,77
3000	46,59	56,47	66,20	75,81	85,33	94,78	35,03	42,3	49,43	52,26	63,43	70,33	15000	78,37
3500	53,20	64,59	75,81	86,91	97,92	108,84	39,89	48,25	56,47	59,73	72,62	80,58	17500	89,84
4000	59,73	72,62	85,33	97,92	110,39	122,78	44,69	54,13	63,43	67,12	81,72	90,74	20000	101,21
5000	72,62	88,49	104,17	119,69	135,10	150,42	54,13	65,74	77,18	81,72	99,70	110,84	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 2. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalențelor de debit pentru : $q_{sa} = 0,84$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]												E	q_c [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.							
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,2	4,0	4,5		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,5	0,19
0,40	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	2,0	0,22
0,50	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	2,5	0,25
0,60	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	3,0	0,27
0,80	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,18	0,20	0,22	0,23	0,26	0,27	4,0	0,32
1,0	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,20	0,23	0,25	0,26	0,29	0,31	5,0	0,36
1,2	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,22	0,25	0,27	0,28	0,32	0,34	6,0	0,39
1,5	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45	0,25	0,28	0,31	0,32	0,36	0,38	7,5	0,44
1,7	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,26	0,30	0,33	0,34	0,38	0,41	8,5	0,47
2,0	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,29	0,32	0,36	0,37	0,42	0,44	10,0	0,51
2,5	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,32	0,36	0,40	0,42	0,47	0,50	12,5	0,58
3,0	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66	0,36	0,40	0,44	0,46	0,52	0,55	15,0	0,64
3,5	0,46	0,52	0,58	0,63	0,68	0,72	0,39	0,44	0,48	0,50	0,56	0,60	17,5	0,70
4	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,42	0,47	0,52	0,54	0,60	0,64	20	0,75
5	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	0,47	0,53	0,58	0,60	0,68	0,73	25	0,85
6	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98	0,52	0,58	0,64	0,67	0,76	0,81	30	0,94
7	0,68	0,76	0,85	0,92	1,00	1,06	0,56	0,64	0,70	0,73	0,82	0,88	35	1,03
8	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15	0,60	0,68	0,76	0,79	0,89	0,95	40	1,11
9	0,78	0,88	0,98	1,06	1,15	1,23	0,64	0,73	0,81	0,84	0,95	1,01	45	1,19
10	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31	0,68	0,77	0,86	0,89	1,01	1,08	50	1,26
12	0,91	1,04	1,15	1,26	1,36	1,46	0,76	0,86	0,95	0,98	1,12	1,20	60	1,40
14	1,00	1,13	1,26	1,38	1,49	1,60	0,82	0,93	1,04	1,07	1,22	1,31	70	1,53
16	1,07	1,22	1,36	1,49	1,61	1,73	0,89	1,01	1,12	1,16	1,32	1,42	80	1,66
18	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86	0,95	1,08	1,20	1,24	1,42	1,52	90	1,78
20	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98	1,01	1,14	1,27	1,32	1,51	1,62	100	1,90
25	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27	1,14	1,30	1,45	1,51	1,72	1,85	125	2,18
30	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54	1,27	1,45	1,62	1,68	1,92	2,06	150	2,44
35	1,70	1,95	2,18	2,39	2,60	2,81	1,39	1,59	1,77	1,84	2,11	2,27	175	2,68
40	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06	1,51	1,72	1,92	2,00	2,29	2,47	200	2,92
45	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30	1,62	1,85	2,06	2,15	2,47	2,66	225	3,15
50	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53	1,72	1,97	2,20	2,29	2,64	2,84	250	3,37
55	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76	1,82	2,09	2,34	2,43	2,80	3,02	275	3,59
60	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98	1,92	2,20	2,47	2,57	2,96	3,19	300	3,80
65	2,48	2,86	3,22	3,56	3,89	4,20	2,02	2,32	2,60	2,70	3,12	3,37	325	4,00
70	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08	4,42	2,11	2,42	2,72	2,83	3,27	3,53	350	4,21
75	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63	2,20	2,53	2,84	2,96	3,42	3,70	375	4,40
80	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84	2,29	2,64	2,96	3,09	3,57	3,86	400	4,60
85	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04	2,38	2,74	3,08	3,21	3,71	4,02	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 2 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	59,26	40,91	29,93	23,13	18,79	15,93	10,83	8,13	6,61	5,71	5,15	4,80	450	4,98
95	62,12	42,84	31,30	24,17	19,61	16,61	11,28	8,46	6,87	5,93	5,35	4,98	475	5,17
100	64,97	44,75	32,67	25,20	20,43	17,30	11,73	8,78	7,12	6,14	5,54	5,16	500	5,35
110	70,64	48,56	35,38	27,25	22,06	18,65	12,61	9,42	7,63	6,57	5,92	5,51	550	5,72
120	76,27	52,33	38,07	29,27	23,67	19,99	13,48	10,05	8,12	6,99	6,29	5,85	600	6,07
130	81,87	56,08	40,74	31,28	25,26	21,31	14,34	10,67	8,61	7,40	6,66	6,19	650	6,42
140	87,44	59,81	43,38	33,27	26,84	22,63	15,18	11,28	9,09	7,81	7,02	6,52	700	6,77
150	92,99	63,52	46,02	35,25	28,41	23,93	16,02	11,88	9,57	8,21	7,37	6,85	750	7,11
160	98,51	67,21	48,63	37,21	29,96	25,22	16,85	12,48	10,04	8,60	7,72	7,17	800	7,44
170	104,02	70,89	51,24	39,17	31,51	26,50	17,68	13,07	10,50	8,99	8,07	7,49	850	7,77
180	109,50	74,55	53,83	41,11	33,04	27,77	18,50	13,65	10,96	9,38	8,41	7,80	900	8,10
190	114,97	78,20	56,41	43,04	34,57	29,04	19,31	14,24	11,41	9,76	8,75	8,12	950	8,42
200	120,43	81,83	58,98	44,97	36,09	30,30	20,11	14,81	11,87	10,14	9,09	8,42	1000	8,74
220	131,30	89,07	64,09	48,79	39,11	32,79	21,71	15,95	12,76	10,89	9,75	9,03	1100	9,37
240	142,11	96,27	69,17	52,59	42,10	35,27	23,29	17,08	13,64	11,63	10,40	9,63	1200	10,00
260	152,89	103,43	74,22	56,36	45,08	37,73	24,86	18,19	14,51	12,35	11,04	10,22	1300	10,61
280	163,62	110,55	79,24	60,11	48,03	40,16	26,41	19,30	15,37	13,07	11,68	10,80	1400	11,21
300	174,32	117,66	84,24	63,84	50,96	42,59	27,95	20,39	16,22	13,78	12,31	11,38	1500	11,81
320	184,99	124,73	89,22	67,55	53,88	44,99	29,48	21,47	17,06	14,49	12,93	11,95	1600	12,40
340	195,63	131,78	94,18	71,25	56,79	47,39	31,00	22,55	17,89	15,19	13,54	12,51	1700	12,98
360	206,25	138,82	99,12	74,93	59,68	49,77	32,51	23,62	18,72	15,88	14,15	13,07	1800	13,56
380	216,84	145,83	104,05	78,59	62,56	52,15	34,01	24,68	19,55	16,56	14,76	13,62	1900	14,14
400	227,41	152,82	108,96	82,25	65,43	54,51	35,50	25,73	20,36	17,25	15,36	14,17	2000	14,71
425	240,59	161,55	115,08	86,80	69,00	57,45	37,36	27,04	21,38	18,09	16,10	14,85	2125	15,41
450	253,74	170,24	121,18	91,33	72,56	60,38	39,20	28,34	22,38	18,93	16,84	15,53	2250	16,12
475	266,87	178,92	127,26	95,85	76,10	63,30	41,04	29,64	23,39	19,76	17,57	16,20	2375	16,81
500	279,97	187,58	133,33	100,36	79,64	66,20	42,87	30,92	24,38	20,59	18,30	16,86	2500	17,50
525	293,05	196,21	139,38	104,85	83,16	69,10	44,69	32,20	25,37	21,41	19,02	17,52	2625	18,19
550	306,11	204,84	145,42	109,33	86,67	71,98	46,50	33,48	26,35	22,23	19,74	18,18	2750	18,87
575	319,15	213,44	151,44	113,80	90,17	74,86	48,31	34,75	27,33	23,04	20,45	18,83	2875	19,54
600	332,17	222,03	157,46	118,26	93,66	77,73	50,11	36,01	28,30	23,85	21,16	19,48	3000	20,22
650	358,16	239,17	169,45	127,15	100,61	83,44	53,69	38,52	30,24	25,46	22,57	20,77	3250	21,55
700	384,09	256,26	181,40	136,00	107,54	89,12	57,25	41,01	32,16	27,05	23,97	22,04	3500	22,87
750	409,97	273,31	193,31	144,83	114,44	94,78	60,79	43,49	34,07	28,63	25,35	23,31	3750	24,19
800	435,79	290,32	205,19	153,62	121,31	100,42	64,31	45,95	35,96	30,20	26,73	24,56	4000	25,49
850	461,57	307,29	217,04	162,39	128,16	106,04	67,82	48,41	37,84	31,76	28,09	25,81	4250	26,78
900	487,31	324,22	228,86	171,13	134,99	111,64	71,31	50,84	39,72	33,31	29,45	27,04	4500	28,06
950	513,01	341,13	240,66	179,86	141,80	117,22	74,79	53,27	41,58	34,85	30,80	28,27	4750	29,34
1000	538,68	358,01	252,43	188,56	148,60	122,79	78,26	55,69	43,43	36,38	32,14	29,50	5000	30,61
1100	589,92	391,69	275,92	205,92	162,14	133,88	85,16	60,50	47,12	39,43	34,80	31,92	5500	33,12
1200	641,04	425,28	299,33	223,21	175,62	144,92	92,03	65,27	50,77	42,45	37,44	34,33	6000	35,62
1300	692,07	458,80	322,67	240,44	189,05	155,92	98,85	70,02	54,41	45,44	40,06	36,71	6500	38,09
1400	743,02	492,24	345,96	257,62	202,45	166,87	105,65	74,74	58,02	48,42	42,66	39,08	7000	40,55
1500	793,88	525,62	369,19	274,76	215,80	177,79	112,42	79,44	61,61	51,38	45,25	41,43	7500	42,99
1600	844,68	558,95	392,38	291,86	229,12	188,68	119,17	84,12	65,18	54,33	47,82	43,77	8000	45,42
1700	895,41	592,22	415,52	308,93	242,40	199,55	125,89	88,78	68,74	57,26	50,37	46,10	8500	47,83
1800	946,08	625,45	438,63	325,96	255,66	210,38	132,60	93,43	72,28	60,18	52,92	48,41	9000	50,23
1900	996,70	658,63	461,70	342,96	268,89	221,19	139,28	98,06	75,81	63,08	55,45	50,72	9500	52,62
2000	1047,28	691,77	484,74	359,93	282,09	231,98	145,95	102,67	79,33	65,98	57,98	53,01	10000	55,00
2500	1299,51	856,99	599,51	444,44	347,80	285,64	179,07	125,57	96,76	80,31	70,46	64,36	12500	66,77
3000	1550,93	1021,55	713,74	528,47	413,10	338,94	211,90	148,22	113,99	94,46	82,78	75,54	15000	78,37
3500	1801,72	1185,60	827,55	612,15	478,09	391,95	244,51	170,70	131,06	108,46	94,96	86,60	17500	89,84
4000	2051,01	1349,26	941,02	695,55	542,83	444,73	276,95	193,03	148,01	122,36	107,04	97,56	20000	101,21
5000	2551,45	1675,65	1167,21	861,69	671,73	549,79	341,42	237,37	181,61	149,89	130,96	119,25	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 3. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $q_{sa} = 0,94 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]												E	q_c [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.							
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0		
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,5	0,19
0,40	0,15	0,15	0,19	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	2,0	0,22
0,50	0,15	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,15	0,15	0,18	0,19	0,20	0,21	2,5	0,25
0,60	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,15	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	3,0	0,27
0,80	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	4,0	0,32
1,0	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	5,0	0,36
1,2	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	5,0	0,39
1,5	0,31	0,35	0,37	0,40	0,43	0,45	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	7,5	0,44
1,7	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	8,5	0,47
2,0	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	10,0	0,51
2,5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	12,5	0,58
3,0	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	15,0	0,64
3,5	0,49	0,54	0,59	0,64	0,68	0,72	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	17,5	0,70
4	0,53	0,58	0,64	0,68	0,73	0,77	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,64	20	0,75
5	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,50	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	25	0,85
6	0,66	0,73	0,79	0,86	0,92	0,97	0,55	0,61	0,66	0,71	0,76	0,80	30	0,94
7	0,72	0,79	0,87	0,93	1,00	1,06	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	35	1,03
8	0,77	0,86	0,93	1,01	1,08	1,14	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89	0,94	40	1,11
9	0,83	0,92	1,00	1,08	1,15	1,23	0,69	0,76	0,83	0,89	0,95	1,01	45	1,19
10	0,88	0,97	1,06	1,14	1,23	1,30	0,73	0,80	0,88	0,94	1,01	1,07	50	1,26
12	0,97	1,08	1,18	1,27	1,36	1,45	0,80	0,89	0,97	1,05	1,12	1,19	60	1,40
14	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49	1,59	0,88	0,97	1,06	1,14	1,23	1,30	70	1,53
16	1,14	1,27	1,39	1,51	1,62	1,72	0,94	1,05	1,14	1,24	1,32	1,41	80	1,66
18	1,23	1,36	1,49	1,62	1,73	1,85	1,01	1,12	1,23	1,32	1,42	1,51	90	1,78
20	1,30	1,45	1,59	1,72	1,85	1,97	1,07	1,19	1,30	1,41	1,51	1,61	100	1,90
25	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	1,22	1,36	1,49	1,61	1,73	1,84	125	2,18
30	1,66	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,36	1,51	1,66	1,79	1,93	2,06	150	2,44
35	1,92	2,03	2,23	2,43	2,61	2,79	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	175	2,68
40	1,97	2,20	2,43	2,64	2,84	3,04	1,61	1,79	1,97	2,14	2,30	2,46	200	2,92
45	2,12	2,37	2,61	2,84	3,07	3,28	1,73	1,93	2,12	2,30	2,48	2,65	225	3,15
50	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,52	1,84	2,06	2,26	2,46	2,65	2,83	250	3,37
55	2,40	2,69	2,97	3,23	3,49	3,74	1,95	2,18	2,40	2,61	2,81	3,01	275	3,59
60	2,53	2,84	3,14	3,42	3,70	3,97	2,06	2,30	2,53	2,76	2,97	3,18	300	3,80
65	2,66	2,99	3,31	3,61	3,90	4,18	2,16	2,42	2,66	2,90	3,13	3,35	325	4,00
70	2,79	3,14	3,47	3,79	4,10	4,40	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,52	350	4,21
75	2,92	3,28	3,63	3,97	4,29	4,61	2,36	2,65	2,92	3,18	3,43	3,68	375	4,40
80	3,04	3,42	3,79	4,14	4,48	4,81	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58	3,84	400	4,60
85	3,16	3,56	3,94	4,31	4,67	5,02	2,55	2,86	3,16	3,45	3,73	4,00	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 5 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 3 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	3,28	3,70	4,10	4,48	4,85	5,22	2,65	2,97	3,28	3,58	3,87	4,15	450	4,98
95	3,40	3,83	4,25	4,65	5,04	5,41	2,74	3,08	3,40	3,71	4,01	4,30	475	5,17
100	3,52	3,97	4,40	4,81	5,22	5,61	2,83	3,18	3,52	3,84	4,15	4,46	500	5,35
110	3,74	4,23	4,69	5,14	5,57	5,99	3,010	3,38	3,74	4,09	4,43	4,75	550	5,72
120	3,97	4,48	4,97	5,45	5,92	6,37	3,18	3,58	3,97	4,34	4,69	5,04	600	6,07
130	4,18	4,73	5,26	5,76	6,26	6,74	3,35	3,78	4,18	4,58	4,96	5,33	650	6,42
140	4,40	4,97	5,53	6,07	6,60	7,11	3,52	3,97	4,40	4,81	5,22	5,61	700	6,77
150	4,61	5,22	5,80	6,37	6,93	7,47	3,68	4,15	4,61	5,04	5,47	5,89	750	7,11
160	4,81	5,45	6,07	6,67	7,25	7,83	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72	6,16	800	7,44
170	5,02	5,69	6,34	6,96	7,58	8,18	4,00	4,52	5,02	5,50	5,97	6,43	850	7,77
180	5,22	5,92	6,60	7,25	7,90	8,52	4,15	4,69	5,22	5,72	6,21	6,69	900	8,1
190	5,41	6,15	6,85	7,54	8,21	8,87	4,30	4,87	5,41	5,94	6,45	6,95	950	8,42
200	5,61	6,37	7,11	7,83	8,52	9,21	4,46	5,04	5,61	6,16	6,69	7,21	1000	8,74
220	5,99	6,82	7,61	8,39	9,14	9,88	4,75	5,39	5,99	6,59	7,16	7,72	1100	9,37
240	6,37	7,25	8,11	8,94	9,75	10,54	5,04	5,72	6,37	7,01	7,62	8,23	1200	10,00
260	6,74	7,68	8,59	9,48	10,35	11,20	5,33	6,05	6,74	7,42	8,08	8,72	1300	10,61
280	7,11	8,11	9,07	10,01	10,94	11,84	5,61	6,37	7,11	7,83	8,52	9,21	1400	11,21
300	7,47	8,52	9,55	10,54	11,52	12,48	5,89	6,69	7,47	8,23	8,97	9,69	1500	11,81
320	7,83	8,94	10,01	11,07	12,10	13,11	6,16	7,01	7,83	8,62	9,40	10,17	1600	12,4
340	8,18	9,34	10,48	11,58	12,67	13,73	6,43	7,32	8,18	9,01	9,83	10,64	1700	12,98
360	8,52	9,75	10,94	12,10	13,23	14,35	6,69	7,62	8,52	9,40	10,26	11,10	1800	13,56
380	8,87	10,15	11,39	12,60	13,79	14,96	6,95	7,93	8,87	9,79	10,68	11,56	1900	14,14
400	9,21	10,54	11,84	13,11	14,35	15,57	7,21	8,23	9,21	10,17	11,10	12,02	2000	14,71
425	9,63	11,03	12,4	13,73	15,04	16,33	7,53	8,60	9,63	10,64	11,62	12,59	2125	15,41
450	10,05	11,52	12,95	14,35	15,73	17,08	7,85	8,97	10,05	11,10	12,14	13,15	2250	16,12
475	10,46	12,00	13,50	14,96	16,41	17,82	8,16	9,33	10,46	11,56	12,65	13,71	2375	16,81
500	10,87	12,48	14,04	15,57	17,08	18,56	8,47	9,69	10,87	12,02	13,15	14,26	2500	17,5
525	11,28	12,95	14,58	16,18	17,75	19,30	8,78	10,05	11,28	12,48	13,65	14,81	2625	18,19
550	11,68	13,42	15,12	16,78	18,41	20,03	9,09	10,40	11,68	12,93	14,15	15,36	2750	18,87
575	12,08	13,89	15,65	17,38	19,08	20,75	9,39	10,75	12,08	13,38	14,65	15,9	2875	19,54
600	12,48	14,35	16,18	17,97	19,73	21,47	9,69	11,10	12,48	13,82	15,14	16,44	3000	20,22
650	13,26	15,27	17,23	19,15	21,04	22,9	10,28	11,79	13,26	14,70	16,11	17,51	3250	21,55
700	14,04	16,18	18,27	20,32	22,33	24,32	10,87	12,48	14,04	15,57	17,08	18,56	3500	22,87
750	14,81	17,08	19,30	21,47	23,61	25,73	11,45	13,15	14,81	16,44	18,03	19,61	3750	24,19
800	15,57	17,97	20,32	22,62	24,89	27,13	12,02	13,82	15,57	17,29	18,98	20,65	4000	25,49
850	16,33	18,86	21,33	23,76	26,15	28,51	12,59	14,48	16,33	18,14	19,92	21,68	4250	26,78
900	17,08	19,73	22,33	24,89	27,41	29,89	13,15	15,14	17,08	18,98	20,85	22,70	4500	28,06
950	17,82	20,61	23,33	26,01	28,65	31,26	13,71	15,79	17,82	19,82	21,78	23,72	4750	29,34
1000	18,56	21,47	24,32	27,13	29,89	32,63	14,26	16,44	18,56	20,65	22,7	24,73	5000	30,61
1100	20,03	23,19	26,29	29,34	32,36	35,34	15,36	17,72	20,03	22,29	24,52	26,73	5500	33,12
1200	21,47	24,89	28,24	31,54	34,8	38,02	16,44	18,98	21,47	23,92	26,33	28,71	6000	35,62
1300	22,9	26,57	30,17	33,71	37,22	40,68	17,51	20,23	22,90	25,53	28,12	30,68	6500	38,09
1400	24,32	28,24	32,08	35,87	39,62	43,33	18,56	21,47	24,32	27,13	29,89	32,63	7000	40,55
1500	25,73	29,89	33,98	38,02	42,01	45,95	19,61	22,7	25,73	28,71	31,65	34,56	7500	42,99
1600	27,13	31,54	35,87	40,15	44,38	48,57	20,65	23,92	27,13	30,29	33,40	36,49	8000	45,42
1700	28,51	33,17	37,75	42,27	46,74	51,17	21,68	25,13	28,51	31,85	35,14	38,40	8500	47,83
1800	29,89	34,80	39,62	44,38	49,09	53,76	22,7	26,33	29,89	33,40	36,87	40,30	9000	50,23
1900	31,26	36,41	41,48	46,48	51,43	56,33	23,72	27,52	31,26	34,95	38,59	42,20	9500	52,62
2000	32,63	38,02	43,33	48,57	53,76	58,90	24,73	28,71	32,63	36,49	40,30	44,08	10000	55,00
2500	39,35	45,95	52,46	58,90	65,27	71,60	29,70	34,56	39,35	44,08	48,75	53,39	12500	66,77
3000	45,95	53,76	61,45	69,07	76,63	84,12	34,56	40,30	45,95	51,54	57,07	62,55	15000	78,37
3500	52,46	61,45	70,34	79,13	87,85	96,52	39,35	45,95	52,46	58,90	65,27	71,60	17500	89,84
4000	58,90	69,07	79,13	89,09	98,98	108,8	44,08	51,54	58,90	66,18	73,40	80,56	20000	101,21
5000	71,60	84,12	96,52	108,8	121,01	133,14	53,39	62,55	71,60	80,56	89,45	98,28	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 4. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție

de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,57 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	1,5	2	2,5	3	3,5	4	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,4	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,5	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
0,6	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
0,8	0,17	0,2	0,23	0,25	0,27	0,29	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
1,0	0,19	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29
1,2	0,21	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32
1,5	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,40	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36
1,7	0,26	0,3	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39
2,0	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42
2,5	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,28	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48
3,0	0,35	0,40	0,45	0,5	0,54	0,58	0,31	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53
3,5	0,37	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
4	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68	0,36	0,42	0,48	0,53	0,57	0,61
5	0,45	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,41	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70
6	0,50	0,58	0,66	0,73	0,80	0,86	0,45	0,53	0,59	0,66	0,71	0,77
7	0,54	0,64	0,72	0,80	0,87	0,93	0,49	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84
8	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01	0,53	0,61	0,70	0,77	0,84	0,90
9	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	0,56	0,66	0,74	0,82	0,90	0,97
10	0,66	0,77	0,88	0,97	1,06	1,15	0,59	0,70	0,79	0,87	0,95	1,03
12	0,73	0,86	0,97	1,08	1,18	1,27	0,66	0,77	0,87	0,97	1,05	1,14
14	0,80	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	0,71	0,84	0,95	1,05	1,15	1,24
16	0,86	1,01	1,15	1,27	1,39	1,51	0,77	0,90	1,03	1,14	1,24	1,34
18	0,92	1,08	1,23	1,36	1,49	1,62	0,82	0,97	1,10	1,22	1,33	1,44
20	0,97	1,15	1,30	1,45	1,59	1,72	0,87	1,03	1,17	1,30	1,42	1,53
25	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97	0,99	1,17	1,33	1,48	1,62	1,75
30	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,21	1,10	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96
35	1,34	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43	1,20	1,42	1,62	1,81	1,98	2,15
40	1,45	1,72	1,97	2,21	2,43	2,64	1,30	1,53	1,75	1,96	2,15	2,34
45	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,85	1,39	1,65	1,88	2,10	2,31	2,52
50	1,66	1,97	2,26	2,54	2,79	3,04	1,48	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69
55	1,75	2,09	2,40	2,69	2,97	3,24	1,56	1,86	2,13	2,38	2,63	2,86
60	1,85	2,21	2,54	2,85	3,14	3,43	1,65	1,96	2,25	2,52	2,77	3,02
65	1,94	2,32	2,67	3,00	3,31	3,61	1,73	2,06	2,36	2,65	2,92	3,18
70	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79	1,81	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34
75	2,12	2,54	2,92	3,28	3,63	3,97	1,88	2,25	2,58	2,90	3,20	3,49
80	2,21	2,64	3,04	3,43	3,79	4,14	1,96	2,34	2,69	3,02	3,34	3,64
85	2,29	2,74	3,17	3,56	3,95	4,31	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 4 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,37	2,85	3,28	3,7	4,10	4,48	2,10	2,52	2,90	3,26	3,60	3,94
95	2,45	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	2,18	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08
100	2,54	3,04	3,52	3,97	4,40	4,82	2,25	2,69	3,10	3,49	3,86	4,22
110	2,69	3,24	3,75	4,23	4,69	5,14	2,38	2,86	3,30	3,72	4,12	4,50
120	2,85	3,43	3,97	4,48	4,98	5,46	2,52	3,02	3,49	3,94	4,36	4,78
130	3,00	3,61	4,19	4,73	5,26	5,77	2,65	3,18	3,68	4,15	4,61	5,05
140	3,14	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08	2,77	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31
150	3,28	3,97	4,61	5,22	5,81	6,38	2,90	3,49	4,05	4,57	5,08	5,57
160	3,43	4,14	4,82	5,46	6,08	6,68	3,02	3,64	4,22	4,78	5,31	5,82
170	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,97	3,14	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08
180	3,70	4,48	5,22	5,92	6,6	7,26	3,26	3,94	4,57	5,18	5,76	6,33
190	3,84	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	3,38	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57
200	3,97	4,82	5,61	6,38	7,12	7,83	3,49	4,22	4,91	5,57	6,20	6,82
220	4,23	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	3,72	4,50	5,24	5,95	6,63	7,29
240	4,48	5,46	6,38	7,26	8,11	8,94	3,94	4,78	5,57	6,33	7,06	7,77
260	4,73	5,77	6,75	7,69	8,60	9,49	4,15	5,05	5,89	6,69	7,47	8,23
280	4,98	6,08	7,12	8,11	9,08	10,02	4,36	5,31	6,2	7,06	7,88	8,69
300	5,22	6,38	7,48	8,53	9,56	10,55	4,57	5,57	6,51	7,41	8,29	9,14
320	5,46	6,68	7,83	8,94	10,02	11,08	4,78	5,82	6,82	7,77	8,69	9,58
340	5,69	6,97	8,18	9,35	10,49	11,59	4,98	6,08	7,12	8,11	9,08	10,02
360	5,92	7,26	8,53	9,76	10,95	12,11	5,18	6,33	7,41	8,46	9,47	10,46
380	6,15	7,55	8,88	10,16	11,40	12,62	5,37	6,57	7,71	8,80	9,86	10,89
400	6,38	7,83	9,22	10,55	11,85	13,12	5,57	6,82	8,00	9,14	10,24	11,32
425	6,66	8,18	9,64	11,04	12,41	13,75	5,81	7,12	8,36	9,56	10,72	11,85
450	6,93	8,53	10,06	11,53	12,96	14,36	6,05	7,41	8,71	9,97	11,19	12,38
475	7,21	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	6,28	7,71	9,07	10,38	11,65	12,90
500	7,48	9,22	10,88	12,49	14,06	15,59	6,51	8,00	9,42	10,78	12,11	13,42
525	7,74	9,56	11,29	12,96	14,60	16,2	6,74	8,29	9,76	11,19	12,57	13,93
550	8,01	9,89	11,69	13,43	15,13	16,8	6,97	8,57	10,11	11,59	13,03	14,44
575	8,27	10,22	12,09	13,9	15,67	17,39	7,19	8,86	10,45	11,98	13,48	14,94
600	8,53	10,55	12,49	14,36	16,20	17,99	7,41	9,14	10,78	12,38	13,93	15,45
650	9,05	11,21	13,28	15,29	17,25	19,17	7,85	9,69	11,45	13,16	14,82	16,44
700	9,56	11,85	14,06	16,20	18,29	20,34	8,29	10,24	12,11	13,93	15,70	17,43
750	10,06	12,49	14,83	17,10	19,32	21,49	8,71	10,78	12,77	14,69	16,57	18,41
800	10,55	13,12	15,59	17,99	20,34	22,64	9,14	11,32	13,42	15,45	17,43	19,38
850	11,04	13,75	16,35	18,87	21,35	23,78	9,56	11,85	14,06	16,2	18,29	20,34
900	11,53	14,36	17,10	19,75	22,36	24,91	9,97	12,38	14,69	16,94	19,13	21,29
950	12,01	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	10,38	12,9	15,32	17,67	19,98	22,24
1000	12,49	15,59	18,58	21,49	24,35	27,16	10,78	13,42	15,95	18,41	20,81	23,18
1100	13,43	16,80	20,05	23,21	26,32	29,37	11,59	14,44	17,18	19,86	22,47	25,05
1200	14,36	17,99	21,49	24,91	28,27	31,57	12,38	15,45	18,41	21,29	24,11	26,89
1300	15,29	19,17	22,93	26,6	30,20	33,75	13,16	16,44	19,62	22,71	25,74	28,72
1400	16,20	20,34	24,35	28,27	32,12	35,91	13,93	17,43	20,81	24,11	27,35	30,54
1500	17,10	21,49	25,76	29,92	34,02	38,06	14,69	18,41	22,00	25,51	28,95	32,34
1600	17,99	22,64	27,16	31,57	35,91	40,19	15,45	19,38	23,18	26,89	30,54	34,13
1700	18,87	23,78	28,54	33,21	37,79	42,32	16,2	20,34	24,35	28,27	32,12	35,91
1800	19,75	24,91	29,92	34,83	39,66	44,43	16,94	21,29	25,51	29,63	33,69	37,68
1900	20,63	26,04	31,3	36,45	41,52	46,53	17,67	22,24	26,66	30,99	35,25	39,44
2000	21,49	27,16	32,66	38,06	43,37	48,62	18,41	23,18	27,81	32,34	36,80	41,19
2500	25,76	32,66	39,39	46,00	52,52	58,96	22,00	27,81	33,46	39,00	44,46	49,85
3000	29,92	38,06	46,00	53,81	61,52	69,15	25,51	32,34	39,00	45,54	51,99	58,36
3500	34,02	43,37	52,52	61,52	70,41	79,22	28,95	36,8	44,46	51,99	59,41	66,76
4000	38,06	48,62	58,96	69,15	79,22	89,19	32,34	41,19	49,85	58,36	66,76	75,08
5000	46,00	58,96	71,68	84,22	96,62	108,93	39,00	49,85	60,47	70,93	81,28	91,53

Anexa I - Tabelul 5. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalențelor de debit pentru : $q_{sa} = 0,74$ l/s.ap.; $noz = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σnqs [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,50	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
0,60	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21
0,80	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,0	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27
1,2	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3
1,5	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34
1,7	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36
2,0	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
2,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,29	0,32	0,36	0,39	0,41	0,44
3,0	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49
3,5	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53
4	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,37	0,41	0,46	0,50	0,53	0,57
5	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,41	0,47	0,52	0,56	0,6	0,64
6	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71
7	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,86	0,50	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77
8	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,53	0,6	0,67	0,72	0,78	0,83
9	0,63	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89
10	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95
12	0,74	0,84	0,93	1,01	1,10	1,17	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98	1,05
14	0,81	0,92	1,01	1,11	1,20	1,28	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	1,15
16	0,87	0,99	1,10	1,20	1,29	1,39	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24
18	0,93	1,06	1,17	1,28	1,39	1,49	0,83	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33
20	0,99	1,12	1,25	1,36	1,47	1,58	0,88	1,00	1,11	1,22	1,32	1,41
25	1,12	1,28	1,42	1,55	1,68	1,81	1,00	1,14	1,27	1,39	1,5	1,61
30	1,25	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	1,11	1,27	1,41	1,54	1,67	1,79
35	1,36	1,55	1,73	1,9	2,07	2,22	1,22	1,39	1,54	1,69	1,83	1,97
40	1,47	1,68	1,88	2,07	2,24	2,41	1,32	1,5	1,67	1,83	1,99	2,14
45	1,58	1,81	2,02	2,22	2,41	2,60	1,41	1,61	1,79	1,97	2,14	2,3
50	1,68	1,93	2,15	2,37	2,58	2,78	1,50	1,71	1,91	2,1	2,28	2,46
55	1,78	2,04	2,29	2,52	2,74	2,95	1,59	1,81	2,03	2,23	2,42	2,61
60	1,88	2,15	2,41	2,66	2,89	3,12	1,67	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76
65	1,97	2,26	2,54	2,8	3,05	3,29	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69	2,90
70	2,07	2,37	2,66	2,93	3,2	3,45	1,83	2,1	2,35	2,59	2,82	3,04
75	2,15	2,48	2,78	3,07	3,34	3,61	1,91	2,19	2,46	2,71	2,95	3,18
80	2,24	2,58	2,89	3,2	3,49	3,77	1,99	2,28	2,56	2,82	3,07	3,32
85	2,33	2,68	3,01	3,32	3,63	3,92	2,07	2,37	2,66	2,93	3,20	3,45

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I		Tabelul 5 (continuare)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,41	2,78	3,12	3,45	3,77	4,07	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58
95	2,5	2,88	3,23	3,57	3,9	4,22	2,21	2,54	2,85	3,15	3,44	3,71
100	2,58	2,97	3,34	3,7	4,04	4,37	2,28	2,63	2,95	3,26	3,55	3,84
110	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31	4,66	2,42	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09
120	2,89	3,34	3,77	4,17	4,57	4,95	2,56	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34
130	3,05	3,52	3,97	4,4	4,82	5,23	2,69	3,1	3,49	3,87	4,23	4,58
140	3,2	3,7	4,17	4,63	5,07	5,5	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81
150	3,34	3,87	4,37	4,85	5,32	5,77	2,95	3,41	3,84	4,26	4,66	5,05
160	3,49	4,04	4,57	5,07	5,56	6,04	3,07	3,55	4,01	4,44	4,86	5,27
170	3,63	4,21	4,76	5,29	5,8	6,3	3,2	3,7	4,17	4,63	5,07	5,5
180	3,77	4,37	4,95	5,5	6,04	6,56	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72
190	3,9	4,53	5,13	5,71	6,27	6,81	3,44	3,98	4,5	4,99	5,47	5,94
200	4,04	4,69	5,32	5,92	6,5	7,07	3,55	4,12	4,66	5,17	5,67	6,16
220	4,31	5,01	5,68	6,33	6,95	7,57	3,78	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59
240	4,57	5,32	6,04	6,73	7,4	8,06	4,01	4,66	5,27	5,87	6,45	7,01
260	4,82	5,62	6,38	7,12	7,84	8,54	4,23	4,92	5,57	6,21	6,82	7,42
280	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83
300	5,32	6,21	7,07	7,89	8,7	9,49	4,66	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23
320	5,56	6,5	7,4	8,27	9,12	9,95	4,86	5,67	6,45	7,19	7,92	8,62
340	5,8	6,78	7,73	8,65	9,54	10,41	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02
360	6,04	7,07	8,06	9,02	9,95	10,87	5,27	6,16	7,01	7,83	8,62	9,4
380	6,27	7,35	8,38	9,38	10,36	11,32	5,47	6,4	7,28	8,14	8,97	9,79
400	6,5	7,62	8,7	9,75	10,77	11,76	5,67	6,63	7,56	8,45	9,32	10,17
425	6,78	7,96	9,1	10,19	11,27	12,32	5,92	6,93	7,89	8,83	9,75	10,64
450	7,07	8,3	9,49	10,64	11,76	12,87	6,16	7,21	8,23	9,21	10,17	11,11
475	7,35	8,63	9,87	11,08	12,26	13,41	6,4	7,5	8,56	9,59	10,59	11,57
500	7,62	8,96	10,26	11,52	12,75	13,95	6,63	7,78	8,89	9,96	11	12,03
525	7,89	9,29	10,64	11,95	13,23	14,49	6,87	8,06	9,21	10,33	11,41	12,48
550	8,17	9,62	11,02	12,38	13,71	15,02	7,1	8,34	9,53	10,69	11,82	12,93
575	8,43	9,94	11,39	12,81	14,19	15,55	7,33	8,61	9,85	11,05	12,23	13,38
600	8,7	10,26	11,76	13,23	14,66	16,07	7,56	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82
650	9,23	10,89	12,5	14,07	15,61	17,11	8,01	9,43	10,8	12,13	13,43	14,71
700	9,75	11,52	13,23	14,9	16,54	18,15	8,45	9,96	11,41	12,83	14,22	15,58
750	10,26	12,13	13,95	15,72	17,46	19,17	8,89	10,48	12,03	13,53	15	16,44
800	10,77	12,75	14,66	16,54	18,37	20,18	9,32	11	12,63	14,22	15,77	17,3
850	11,27	13,35	15,37	17,34	19,28	21,18	9,75	11,52	13,23	14,9	16,54	18,15
900	11,76	13,95	16,07	18,15	20,18	22,18	10,17	12,03	13,82	15,58	17,3	18,99
950	12,26	14,55	16,77	18,94	21,07	23,17	10,59	12,53	14,41	16,25	18,05	19,82
1000	12,75	15,14	17,46	19,73	21,96	24,16	11	13,03	15	16,92	18,8	20,65
1100	13,71	16,31	18,83	21,29	23,72	26,11	11,82	14,02	16,15	18,24	20,28	22,3
1200	14,66	17,46	20,18	22,84	25,46	28,04	12,63	15	17,3	19,54	21,75	23,93
1300	15,61	18,6	21,52	24,37	27,19	29,96	13,43	15,96	18,43	20,84	23,2	25,54
1400	16,54	19,73	22,84	25,89	28,9	31,86	14,22	16,92	19,54	22,12	24,64	27,13
1500	17,46	20,85	24,16	27,4	30,59	33,75	15	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72
1600	18,37	21,96	25,46	28,9	32,28	35,62	15,77	18,8	21,75	24,64	27,49	30,29
1700	19,28	23,06	26,76	30,38	33,95	37,48	16,54	19,73	22,84	25,89	28,9	31,86
1800	20,18	24,16	28,04	31,86	35,62	39,34	17,3	20,65	23,93	27,13	30,29	33,41
1900	21,07	25,24	29,32	33,33	37,28	41,18	18,05	21,57	25	28,37	31,69	34,96
2000	21,96	26,32	30,59	34,79	38,93	43,02	18,8	22,48	26,07	29,6	33,07	36,5
2500	26,32	31,65	36,86	42	47,07	52,08	22,48	26,96	31,34	35,64	39,89	44,09
3000	30,59	36,86	43,02	49,08	55,07	61	26,07	31,34	36,5	41,58	46,59	51,55
3500	34,79	42	49,08	56,06	62,97	69,82	29,6	35,64	41,58	47,42	53,2	58,92
4000	38,93	47,07	55,07	62,97	70,79	78,54	33,07	39,89	46,59	53,2	59,73	66,2
5000	47,07	57,05	66,89	76,61	86,24	95,79	39,89	48,25	56,47	64,59	72,62	80,58

Anexa I Tabelul 6. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru : $q_{sa} = 0,84 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σnqs [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,50	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,60	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
0,80	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23
1,0	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25
1,2	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
1,5	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,31
1,7	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34
2,0	0,26	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37
2,5	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41
3,0	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45
3,5	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49
4	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53
5	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,67	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
6	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
7	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	0,80	0,46	0,52	0,58	0,63	0,68	0,72
8	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78
9	0,59	0,67	0,74	0,80	0,87	0,93	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83
10	0,62	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88
12	0,69	0,78	0,87	0,94	1,02	1,09	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98
14	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	1,19	0,68	0,76	0,85	0,92	1,00	1,06
16	0,81	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15
18	0,87	0,98	1,09	1,19	1,29	1,38	0,78	0,88	0,98	1,06	1,15	1,23
20	0,92	1,04	1,16	1,27	1,37	1,47	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31
25	1,04	1,19	1,32	1,44	1,56	1,67	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49
30	1,16	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66
35	1,27	1,44	1,61	1,76	1,91	2,05	1,13	1,29	1,43	1,57	1,70	1,82
40	1,37	1,56	1,74	1,91	2,07	2,23	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98
45	1,47	1,67	1,87	2,05	2,23	2,40	1,31	1,49	1,66	1,82	1,98	2,13
50	1,56	1,78	1,99	2,19	2,38	2,56	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27
55	1,65	1,89	2,11	2,32	2,53	2,72	1,47	1,68	1,88	2,06	2,24	2,41
60	1,74	1,99	2,23	2,45	2,67	2,88	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54
65	1,83	2,09	2,34	2,58	2,81	3,03	1,63	1,85	2,08	2,29	2,48	2,68
70	1,91	2,19	2,45	2,71	2,95	3,18	1,70	1,95	2,18	2,39	2,60	2,81
75	1,99	2,29	2,56	2,83	3,08	3,32	1,77	2,03	2,27	2,50	2,72	2,93
80	2,07	2,38	2,67	2,95	3,21	3,47	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06
85	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	3,61	1,91	2,19	2,45	2,71	2,95	3,18

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I		Tabelul 6 (continuare)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,23	2,56	2,88	3,18	3,47	3,74	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30
95	2,31	2,65	2,98	3,29	3,59	3,88	2,05	2,35	2,63	2,90	3,16	3,42
100	2,38	2,74	3,08	3,40	3,71	4,02	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53
110	2,53	2,91	3,27	3,62	3,96	4,28	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76
120	2,67	3,08	3,47	3,84	4,19	4,54	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98
130	2,81	3,24	3,65	4,05	4,42	4,79	2,48	2,86	3,22	3,56	3,89	4,20
140	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08	4,42
150	3,08	3,56	4,02	4,45	4,87	5,28	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63
160	3,21	3,71	4,19	4,65	5,09	5,53	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84
170	3,34	3,87	4,37	4,85	5,31	5,76	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04
180	3,47	4,02	4,54	5,04	5,53	6,00	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24
190	3,59	4,16	4,71	5,23	5,74	6,23	3,16	3,66	4,13	4,58	5,02	5,44
200	3,71	4,31	4,87	5,42	5,95	6,46	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64
220	3,96	4,59	5,20	5,79	6,36	6,91	3,48	4,03	4,56	5,06	5,55	6,02
240	4,19	4,87	5,53	6,15	6,76	7,35	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40
260	4,42	5,15	5,84	6,51	7,16	7,79	3,89	4,51	5,11	5,68	6,24	6,78
280	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	8,22	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57	7,15
300	4,87	5,68	6,46	7,21	7,93	8,64	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51
320	5,09	5,95	6,76	7,55	8,31	9,06	4,46	5,20	5,90	6,57	7,23	7,87
340	5,31	6,20	7,06	7,89	8,69	9,48	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	8,22
360	5,53	6,46	7,35	8,22	9,06	9,89	4,84	5,64	6,40	7,15	7,87	8,57
380	5,74	6,71	7,64	8,55	9,43	10,29	5,02	5,85	6,65	7,43	8,18	8,91
400	5,95	6,96	7,93	8,88	9,79	10,69	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26
425	6,20	7,27	8,29	9,28	10,25	11,19	5,42	6,33	7,21	8,05	8,88	9,68
450	6,46	7,57	8,64	9,68	10,69	11,69	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10
475	6,71	7,87	8,99	10,08	11,14	12,17	5,85	6,85	7,81	8,73	9,63	10,52
500	6,96	8,17	9,34	10,47	11,58	12,66	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93
525	7,21	8,47	9,68	10,86	12,01	13,14	6,28	7,36	8,39	9,40	10,38	11,34
550	7,45	8,76	10,02	11,25	12,44	13,62	6,49	7,61	8,68	9,73	10,75	11,74
575	7,69	9,05	10,36	11,63	12,87	14,09	6,70	7,86	8,97	10,05	11,11	12,15
600	7,93	9,34	10,69	12,01	13,30	14,56	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55
650	8,41	9,91	11,36	12,77	14,14	15,50	7,31	8,59	9,82	11,02	12,19	13,34
700	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	16,42	7,71	9,07	10,38	11,65	12,90	14,12
750	9,34	11,03	12,66	14,25	15,81	17,34	8,10	9,54	10,93	12,28	13,60	14,89
800	9,79	11,58	13,30	14,98	16,63	18,24	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66
850	10,25	12,12	13,93	15,70	17,44	19,14	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	16,42
900	10,69	12,66	14,56	16,42	18,24	20,03	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18
950	11,14	13,19	15,19	17,13	19,04	20,92	9,63	11,38	13,07	14,72	16,34	17,92
1000	11,58	13,72	15,81	17,84	19,84	21,80	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67
1100	12,44	14,77	17,03	19,24	21,41	23,55	10,75	12,72	14,64	16,51	18,34	20,14
1200	13,30	15,81	18,24	20,63	22,97	25,27	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60
1300	14,14	16,83	19,44	22,00	24,51	26,99	12,19	14,46	16,67	18,83	20,95	23,04
1400	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	28,68	12,90	15,32	17,67	19,98	22,24	24,46
1500	15,81	18,84	21,80	24,70	27,55	30,37	13,60	16,17	18,67	21,11	23,51	25,88
1600	16,63	19,84	22,97	26,04	29,06	32,04	14,29	17,01	19,65	22,24	24,78	27,29
1700	17,44	20,82	24,13	27,36	30,55	33,70	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	28,68
1800	18,24	21,80	25,27	28,68	32,04	35,35	15,66	18,67	21,60	24,46	27,29	30,07
1900	19,04	22,77	26,42	29,99	33,52	37,00	16,34	19,49	22,56	25,57	28,53	31,45
2000	19,84	23,74	27,55	31,30	34,99	38,63	17,01	20,30	23,51	26,66	29,76	32,82
2500	23,74	28,49	33,15	37,72	42,24	46,71	20,30	24,31	28,22	32,06	35,85	39,59
3000	27,55	33,15	38,63	44,03	49,37	54,64	23,51	28,22	32,82	37,35	41,82	46,24
3500	31,30	37,72	44,03	50,25	56,39	62,48	26,66	32,06	37,35	42,56	47,70	52,79
4000	34,99	42,24	49,37	56,39	63,34	70,23	29,76	35,85	41,82	47,70	53,51	59,26
5000	42,24	51,13	59,88	68,52	77,07	85,55	35,85	43,30	50,61	57,83	64,97	72,05

Anexa I - Tabelul 7. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $q_{sa} = 0,94$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σnqs [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2
1,0	0,15	0,17	0,2	0,22	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23
1,2	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25
1,5	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28
1,7	0,2	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3
2,0	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32
2,5	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,4	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
3,0	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,4
3,5	0,29	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48	0,26	0,3	0,34	0,37	0,41	0,44
4	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,52	0,28	0,32	0,37	0,4	0,44	0,47
5	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53
6	0,38	0,45	0,5	0,56	0,60	0,65	0,35	0,4	0,45	0,5	0,54	0,58
7	0,42	0,48	0,55	0,6	0,66	0,71	0,37	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64
8	0,45	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68
9	0,48	0,56	0,63	0,69	0,75	0,81	0,43	0,5	0,56	0,62	0,68	0,73
10	0,50	0,59	0,66	0,73	0,80	0,86	0,45	0,53	0,6	0,66	0,72	0,77
12	0,56	0,65	0,73	0,81	0,89	0,96	0,50	0,58	0,66	0,73	0,79	0,86
14	0,60	0,71	0,80	0,89	0,97	1,04	0,54	0,64	0,72	0,79	0,87	0,93
16	0,65	0,76	0,86	0,96	1,04	1,13	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01
18	0,69	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08
20	0,73	0,86	0,98	1,09	1,19	1,28	0,66	0,77	0,88	0,97	1,06	1,14
25	0,83	0,98	1,11	1,23	1,35	1,46	0,75	0,88	0,99	1,10	1,21	1,30
30	0,92	1,09	1,23	1,37	1,5	1,63	0,83	0,97	1,10	1,23	1,34	1,45
35	1,01	1,19	1,35	1,50	1,65	1,79	0,90	1,06	1,21	1,34	1,47	1,59
40	1,09	1,28	1,46	1,63	1,79	1,94	0,97	1,14	1,30	1,45	1,59	1,72
45	1,16	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	1,04	1,23	1,40	1,56	1,71	1,85
50	1,23	1,46	1,67	1,86	2,04	2,22	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97
55	1,30	1,55	1,77	1,97	2,17	2,36	1,17	1,38	1,57	1,75	1,93	2,09
60	1,37	1,63	1,86	2,08	2,29	2,49	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,20
65	1,44	1,71	1,95	2,19	2,41	2,62	1,28	1,52	1,74	1,94	2,13	2,32
70	1,50	1,79	2,04	2,29	2,52	2,74	1,34	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43
75	1,57	1,86	2,13	2,39	2,63	2,86	1,40	1,66	1,89	2,12	2,33	2,53
80	1,63	1,94	2,22	2,49	2,74	2,99	1,45	1,72	1,97	2,20	2,43	2,64
85	1,69	2,01	2,31	2,58	2,85	3,10	1,50	1,79	2,04	2,29	2,52	2,74

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I												
Tabelul 7 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,75	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,84
95	1,8	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	1,61	1,91	2,19	2,45	2,70	2,94
100	1,86	2,22	2,55	2,86	3,16	3,45	1,66	1,97	2,26	2,53	2,79	3,04
110	1,97	2,36	2,71	3,05	3,36	3,67	1,75	2,09	2,40	2,69	2,97	3,23
120	2,08	2,49	2,86	3,22	3,56	3,89	1,85	2,20	2,53	2,84	3,14	3,42
130	2,19	2,62	3,02	3,39	3,75	4,10	1,94	2,32	2,66	2,99	3,31	3,61
140	2,29	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79
150	2,39	2,86	3,31	3,73	4,13	4,52	2,12	2,53	2,92	3,28	3,63	3,97
160	2,49	2,99	3,45	3,89	4,31	4,72	2,2	2,64	3,04	3,42	3,79	4,14
170	2,58	3,10	3,59	4,05	4,49	4,92	2,29	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31
180	2,68	3,22	3,73	4,21	4,67	5,11	2,37	2,84	3,28	3,70	4,10	4,48
190	2,77	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	2,45	2,94	3,40	3,83	4,25	4,65
200	2,86	3,45	4,00	4,52	5,02	5,50	2,53	3,04	3,52	3,97	4,40	4,81
220	3,05	3,67	4,26	4,82	5,35	5,87	2,69	3,23	3,74	4,23	4,69	5,14
240	3,22	3,89	4,52	5,11	5,69	6,24	2,84	3,42	3,97	4,48	4,97	5,45
260	3,39	4,10	4,77	5,40	6,01	6,61	2,99	3,61	4,18	4,73	5,26	5,76
280	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,96	3,14	3,79	4,40	4,97	5,53	6,07
300	3,73	4,52	5,26	5,97	6,65	7,32	3,28	3,97	4,61	5,22	5,8	6,37
320	3,89	4,72	5,50	6,24	6,96	7,66	3,42	4,14	4,81	5,45	6,07	6,67
340	4,05	4,92	5,73	6,52	7,27	8,01	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,96
360	4,21	5,11	5,97	6,79	7,58	8,35	3,70	4,48	5,22	5,92	6,60	7,25
380	4,36	5,31	6,2	7,05	7,88	8,68	3,83	4,65	5,41	6,15	6,85	7,54
400	4,52	5,50	6,43	7,32	8,18	9,01	3,97	4,81	5,61	6,37	7,11	7,83
425	4,71	5,73	6,71	7,64	8,55	9,43	4,13	5,02	5,85	6,65	7,43	8,18
450	4,89	5,97	6,99	7,96	8,91	9,83	4,29	5,22	6,09	6,93	7,74	8,52
475	5,08	6,20	7,26	8,28	9,27	10,24	4,45	5,41	6,33	7,20	8,05	8,87
500	5,26	6,43	7,53	8,6	9,63	10,64	4,61	5,61	6,56	7,47	8,35	9,21
525	5,44	6,65	7,8	8,91	9,99	11,03	4,76	5,8	6,79	7,74	8,65	9,55
550	5,62	6,88	8,07	9,22	10,34	11,43	4,91	5,99	7,02	8,00	8,95	9,88
575	5,79	7,10	8,34	9,53	10,69	11,82	5,07	6,18	7,25	8,26	9,25	10,21
600	5,97	7,32	8,60	9,83	11,03	12,2	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54
650	6,31	7,75	9,12	10,44	11,72	12,97	5,51	6,74	7,91	9,04	10,13	11,20
700	6,65	8,18	9,63	11,03	12,4	13,73	5,80	7,11	8,35	9,55	10,71	11,84
750	6,99	8,6	10,14	11,62	13,07	14,48	6,09	7,47	8,78	10,05	11,28	12,48
800	7,32	9,01	10,64	12,2	13,73	15,23	6,37	7,83	9,21	10,54	11,84	13,11
850	7,64	9,43	11,13	12,78	14,39	15,96	6,65	8,18	9,63	11,03	12,4	13,73
900	7,96	9,83	11,62	13,35	15,04	16,69	6,93	8,52	10,05	11,52	12,95	14,35
950	8,28	10,24	12,11	13,92	15,69	17,42	7,20	8,87	10,46	12,00	13,50	14,96
1000	8,60	10,64	12,59	14,48	16,33	18,14	7,47	9,21	10,87	12,48	14,04	15,57
1100	9,22	11,43	13,54	15,60	17,60	19,57	8,00	9,88	11,68	13,42	15,12	16,78
1200	9,83	12,2	14,48	16,69	18,86	20,98	8,52	10,54	12,48	14,35	16,18	17,97
1300	10,44	12,97	15,41	17,78	20,10	22,37	9,04	11,20	13,26	15,27	17,23	19,15
1400	11,03	13,73	16,33	18,86	21,33	23,76	9,55	11,84	14,04	16,18	18,27	20,32
1500	11,62	14,48	17,24	19,92	22,55	25,13	10,05	12,48	14,81	17,08	19,30	21,47
1600	12,20	15,23	18,14	20,98	23,76	26,49	10,54	13,11	15,57	17,97	20,32	22,62
1700	12,78	15,96	19,03	22,03	24,96	27,84	11,03	13,73	16,33	18,86	21,33	23,76
1800	13,35	16,69	19,92	23,07	26,15	29,19	11,52	14,35	17,08	19,73	22,33	24,89
1900	13,92	17,42	20,80	24,10	27,34	30,52	12,00	14,96	17,82	20,61	23,33	26,01
2000	14,48	18,14	21,68	25,13	28,51	31,85	12,48	15,57	18,56	21,47	24,32	27,13
2500	17,24	21,68	25,98	30,19	34,32	38,4	14,81	18,56	22,19	25,73	29,21	32,63
3000	19,92	25,13	30,19	35,14	40,02	44,83	17,08	21,47	25,73	29,89	33,98	38,02
3500	22,55	28,51	34,32	40,02	45,63	51,17	19,30	24,32	29,21	33,98	38,69	43,33
4000	25,13	31,85	38,40	44,83	51,17	57,43	21,47	27,13	32,63	38,02	43,33	48,57
5000	30,19	38,40	46,42	54,31	62,09	69,79	25,73	32,63	39,35	45,95	52,46	58,90

Anexa I Tabelul 8. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,57$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,50	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
0,60	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,21
0,80	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,27	0,16	0,18	0,2	0,22	0,23	0,25
1,0	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
1,2	0,22	0,25	0,27	0,3	0,32	0,34	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31
1,5	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,22	0,25	0,28	0,3	0,32	0,34
1,7	0,26	0,3	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37
2	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,4
2,5	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,29	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45
3,0	0,36	0,40	0,45	0,49	0,52	0,56	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50
3,5	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,35	0,40	0,44	0,47	0,51	0,55
4	0,42	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59
5	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
6	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74
7	0,57	0,64	0,71	0,78	0,84	0,90	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	0,80
8	0,61	0,69	0,77	0,84	0,91	0,97	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87
9	0,65	0,74	0,82	0,9	0,97	1,04	0,59	0,66	0,74	0,8	0,87	0,93
10	0,69	0,79	0,87	0,96	1,03	1,11	0,62	0,71	0,78	0,85	0,92	0,99
12	0,77	0,87	0,97	1,06	1,15	1,23	0,69	0,78	0,87	0,95	1,03	1,10
14	0,84	0,96	1,06	1,16	1,26	1,35	0,75	0,85	0,95	1,04	1,12	1,20
16	0,91	1,03	1,15	1,26	1,36	1,46	0,81	0,92	1,03	1,12	1,21	1,30
18	0,97	1,11	1,23	1,35	1,46	1,57	0,87	0,99	1,10	1,20	1,3	1,40
20	1,03	1,18	1,31	1,44	1,56	1,68	0,92	1,05	1,17	1,28	1,39	1,49
25	1,18	1,34	1,5	1,65	1,79	1,93	1,05	1,2	1,34	1,47	1,59	1,71
30	1,31	1,50	1,68	1,85	2,01	2,16	1,17	1,34	1,49	1,64	1,78	1,91
35	1,44	1,65	1,85	2,04	2,22	2,39	1,28	1,47	1,64	1,80	1,96	2,11
40	1,56	1,79	2,01	2,22	2,41	2,60	1,39	1,59	1,78	1,96	2,13	2,30
45	1,68	1,93	2,16	2,39	2,60	2,81	1,49	1,71	1,91	2,11	2,3	2,48
50	1,79	2,06	2,32	2,56	2,79	3,02	1,59	1,82	2,05	2,26	2,46	2,65
55	1,90	2,19	2,46	2,72	2,97	3,21	1,69	1,94	2,17	2,40	2,62	2,83
60	2,01	2,32	2,60	2,88	3,15	3,41	1,78	2,05	2,30	2,54	2,77	2,99
65	2,11	2,44	2,74	3,04	3,32	3,60	1,87	2,15	2,42	2,67	2,92	3,16
70	2,22	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32
75	2,32	2,67	3,02	3,34	3,66	3,96	2,05	2,36	2,65	2,91	3,21	3,47
80	2,41	2,79	3,15	3,49	3,82	4,14	2,13	2,46	2,77	3,07	3,35	3,63
85	2,51	2,90	3,28	3,64	3,98	4,32	2,22	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 8 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,60	3,02	3,41	3,78	4,14	4,50	2,30	2,65	2,99	3,32	3,63	3,93
95	2,70	3,13	3,53	3,92	4,30	4,67	2,38	2,75	3,10	3,44	3,76	4,08
100	2,79	3,23	3,66	4,06	4,46	4,84	2,46	2,84	3,21	3,56	3,90	4,23
110	2,97	3,45	3,90	4,34	4,76	5,18	2,62	3,03	3,42	3,80	4,16	4,52
120	3,15	3,66	4,14	4,61	5,06	5,51	2,77	3,21	3,63	4,03	4,42	4,80
130	3,32	3,86	4,38	4,88	5,36	5,83	2,92	3,39	3,83	4,26	4,67	5,08
140	3,49	4,06	4,61	5,14	5,65	6,15	3,07	3,56	4,03	4,48	4,92	5,35
150	3,66	4,26	4,84	5,40	5,94	6,47	3,21	3,73	4,23	4,71	5,17	5,62
160	3,82	4,46	5,06	5,65	6,22	6,78	3,35	3,90	4,42	4,92	5,41	5,89
170	3,98	4,65	5,29	5,90	6,50	7,09	3,49	4,06	4,61	5,14	5,65	6,15
180	4,14	4,84	5,51	6,15	6,78	7,39	3,63	4,23	4,80	5,35	5,89	6,41
190	4,30	5,03	5,72	6,40	7,05	7,69	3,76	4,39	4,99	5,56	6,12	6,67
200	4,46	5,21	5,94	6,64	7,32	7,99	3,90	4,55	5,17	5,77	6,35	6,92
220	4,76	5,58	6,36	7,12	7,86	8,58	4,10	4,86	5,53	6,18	6,81	7,43
240	5,06	5,94	6,78	7,59	8,39	9,17	4,42	5,17	5,89	6,58	7,26	7,92
260	5,36	6,29	7,19	8,06	8,91	9,74	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70	8,41
280	5,65	6,64	7,59	8,52	9,42	10,31	4,92	5,77	6,58	7,37	8,14	8,89
300	5,94	6,98	7,99	8,97	9,93	10,87	5,17	6,06	6,92	7,76	8,57	9,37
320	6,22	7,32	8,39	9,42	10,43	11,43	5,41	6,35	7,26	8,14	9,00	9,84
340	6,50	7,66	8,78	9,87	10,93	11,98	5,65	6,64	7,59	8,52	9,42	10,31
360	6,78	7,99	9,17	10,31	11,43	12,52	5,89	6,92	7,92	8,89	9,84	10,77
380	7,05	8,32	9,55	10,75	11,92	13,06	6,12	7,20	8,25	9,26	10,26	11,23
400	7,32	8,65	9,93	11,18	12,40	13,60	6,35	7,48	8,57	9,63	10,67	11,69
425	7,66	9,05	10,40	11,72	13,00	14,27	6,64	7,83	8,97	10,09	11,18	12,25
450	7,99	9,45	10,87	12,25	13,6	14,93	6,92	8,17	9,37	10,54	11,69	12,81
475	8,32	9,85	11,33	12,78	14,20	15,59	7,20	8,51	9,76	10,99	12,19	13,37
500	8,65	10,25	11,79	13,30	14,79	16,24	7,48	8,84	10,15	11,43	12,69	13,92
525	8,97	10,64	12,25	13,83	15,37	16,89	7,76	9,17	10,54	11,87	13,18	14,47
550	9,29	11,02	12,70	14,34	15,95	17,54	8,03	9,50	10,92	12,31	13,67	15,01
575	9,61	11,41	13,15	14,86	16,53	18,18	8,30	9,83	11,31	12,75	14,16	15,55
600	9,93	11,79	13,60	15,37	17,11	18,82	8,57	10,15	11,69	13,18	14,65	16,09
650	10,56	12,55	14,49	16,39	18,25	20,09	9,11	10,80	12,44	14,04	15,61	17,16
700	11,18	13,30	15,37	17,40	19,39	21,35	9,63	11,43	13,18	14,89	16,57	18,22
750	11,79	14,05	16,24	18,39	20,51	22,6	10,15	12,06	13,92	15,73	17,51	19,27
800	12,4	14,79	17,11	19,39	21,63	23,84	10,67	12,69	14,65	16,57	18,45	20,31
850	13,00	15,52	17,97	20,37	22,73	25,07	11,18	13,30	15,37	17,4	19,39	21,35
900	13,60	16,24	18,82	21,35	23,84	26,29	11,69	13,92	16,09	18,22	20,31	22,38
950	14,20	16,97	19,67	22,32	24,93	27,51	12,19	14,53	16,8	19,04	21,23	23,4
1000	14,79	17,68	20,51	23,29	26,02	28,72	12,69	15,13	17,51	19,85	22,15	24,42
1100	15,95	19,10	22,18	25,2	28,18	31,13	13,67	16,33	18,92	21,46	23,96	26,43
1200	17,11	20,51	23,84	27,1	30,33	33,51	14,65	17,51	20,31	23,06	25,76	28,44
1300	18,25	21,90	25,48	28,99	32,45	35,88	15,61	18,69	21,69	24,64	27,55	30,42
1400	19,39	23,29	27,1	30,86	34,57	38,24	16,57	19,85	23,06	26,21	29,32	32,39
1500	20,51	24,66	28,72	32,72	36,67	40,58	17,51	21,00	24,42	27,77	31,08	34,35
1600	21,63	26,02	30,33	34,57	38,76	42,9	18,45	22,15	25,76	29,32	32,83	36,30
1700	22,73	27,37	31,92	36,41	40,83	45,22	19,39	23,29	27,10	30,86	34,57	38,24
1800	23,84	28,72	33,51	38,24	42,9	47,53	20,31	24,42	28,44	32,39	36,3	40,16
1900	24,93	30,06	35,09	40,06	44,96	49,82	21,23	25,54	29,76	33,92	38,02	42,08
2000	26,02	31,39	36,67	41,87	47,01	52,11	22,15	26,66	31,08	35,43	39,74	43,99
2500	31,39	37,97	44,45	50,84	57,17	63,44	26,66	32,17	37,59	42,93	48,22	53,45
3000	36,67	44,45	52,11	59,68	67,18	74,62	31,08	37,59	43,99	50,32	56,57	62,78
3500	41,87	50,84	59,68	68,43	77,09	85,70	35,43	42,93	50,32	57,61	64,84	72,00
4000	47,01	57,17	67,18	77,09	86,92	96,68	39,74	48,22	56,57	64,84	73,02	81,15
5000	57,17	69,67	82,02	94,25	106,39	118,45	48,22	58,65	68,94	79,12	89,22	99,26

Anexa I

Tabelul 9. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,74 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	$q_{cs} \text{ [l/s]}$											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,60	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,80	0,15	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
1,0	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,2	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,17	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27
1,5	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
1,7	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32
2,0	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35
2,5	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
3,0	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43
3,5	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
4	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,51
5	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,64	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,57
6	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64
7	0,49	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,44	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69
8	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,75
9	0,57	0,64	0,71	0,77	0,84	0,89	0,51	0,57	0,64	0,69	0,75	0,80
10	0,60	0,68	0,75	0,82	0,89	0,95	0,54	0,61	0,67	0,74	0,79	0,85
12	0,66	0,75	0,84	0,91	0,99	1,06	0,60	0,67	0,75	0,82	0,88	0,94
14	0,72	0,82	0,91	1,00	1,08	1,16	0,65	0,74	0,82	0,89	0,96	1,03
16	0,78	0,89	0,99	1,08	1,17	1,25	0,70	0,79	0,88	0,96	1,04	1,12
18	0,84	0,95	1,06	1,16	1,25	1,34	0,75	0,85	0,94	1,03	1,12	1,20
20	0,89	1,01	1,12	1,23	1,33	1,43	0,79	0,90	1,00	1,10	1,19	1,27
25	1,01	1,15	1,28	1,41	1,53	1,64	0,90	1,03	1,14	1,25	1,36	1,46
30	1,12	1,28	1,43	1,57	1,71	1,84	1,00	1,14	1,27	1,40	1,52	1,63
35	1,23	1,41	1,57	1,73	1,88	2,02	1,10	1,25	1,40	1,53	1,67	1,79
40	1,33	1,53	1,71	1,88	2,04	2,20	1,19	1,36	1,52	1,67	1,81	1,95
45	1,43	1,64	1,84	2,02	2,20	2,37	1,27	1,46	1,63	1,79	1,95	2,10
50	1,53	1,75	1,96	2,16	2,36	2,54	1,36	1,55	1,74	1,91	2,08	2,24
55	1,62	1,86	2,08	2,30	2,50	2,70	1,44	1,65	1,84	2,03	2,21	2,38
60	1,71	1,96	2,20	2,43	2,65	2,86	1,52	1,74	1,95	2,15	2,34	2,52
65	1,79	2,06	2,32	2,56	2,79	3,02	1,59	1,83	2,05	2,26	2,46	2,66
70	1,88	2,16	2,43	2,69	2,93	3,17	1,67	1,91	2,15	2,37	2,58	2,79
75	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32	1,74	2,00	2,24	2,48	2,70	2,92
80	2,04	2,36	2,65	2,93	3,20	3,47	1,81	2,08	2,34	2,58	2,82	3,05
85	2,12	2,45	2,76	3,05	3,34	3,61	1,88	2,16	2,43	2,69	2,93	3,17

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 9. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,20	2,54	2,86	3,17	3,47	3,76	1,95	2,24	2,52	2,79	3,05	3,29
95	2,28	2,63	2,97	3,29	3,60	3,90	2,01	2,32	2,61	2,89	3,16	3,42
100	2,36	2,72	3,07	3,40	3,72	4,04	2,08	2,40	2,70	2,99	3,27	3,54
110	2,50	2,90	3,27	3,63	3,97	4,31	2,21	2,55	2,88	3,18	3,48	3,77
120	2,65	3,07	3,47	3,85	4,22	4,58	2,34	2,70	3,05	3,38	3,69	4,00
130	2,79	3,24	3,66	4,07	4,46	4,84	2,46	2,85	3,21	3,56	3,90	4,23
140	2,93	3,40	3,85	4,28	4,70	5,10	2,58	2,99	3,38	3,75	4,11	4,45
150	3,07	3,56	4,04	4,49	4,93	5,36	2,70	3,13	3,54	3,93	4,31	4,67
160	3,20	3,72	4,22	4,70	5,16	5,61	2,82	3,27	3,69	4,11	4,50	4,89
170	3,34	3,88	4,40	4,90	5,39	5,86	2,93	3,40	3,85	4,28	4,70	5,10
180	3,47	4,04	4,58	5,10	5,61	6,11	3,05	3,54	4,00	4,45	4,89	5,31
190	3,60	4,19	4,76	5,30	5,83	6,35	3,16	3,67	4,16	4,63	5,08	5,52
200	3,72	4,34	4,93	5,50	6,05	6,59	3,27	3,80	4,31	4,79	5,27	5,73
220	3,97	4,64	5,27	5,89	6,49	7,07	3,48	4,05	4,60	5,13	5,64	6,14
240	4,22	4,93	5,61	6,27	6,91	7,54	3,69	4,31	4,89	5,45	6,00	6,54
260	4,46	5,22	5,94	6,65	7,33	8,00	3,90	4,55	5,17	5,78	6,36	6,93
280	4,70	5,50	6,27	7,02	7,75	8,46	4,11	4,79	5,45	6,09	6,71	7,32
300	4,93	5,78	6,59	7,38	8,15	8,91	4,31	5,03	5,73	6,40	7,06	7,70
320	5,16	6,05	6,91	7,75	8,56	9,35	4,50	5,27	6,00	6,71	7,41	8,08
340	5,39	6,33	7,23	8,10	8,96	9,79	4,70	5,50	6,27	7,02	7,75	8,46
360	5,61	6,59	7,54	8,46	9,35	10,23	4,89	5,73	6,54	7,32	8,08	8,83
380	5,83	6,86	7,85	8,81	9,75	10,67	5,08	5,96	6,80	7,62	8,42	9,20
400	6,05	7,12	8,15	9,16	10,14	11,10	5,27	6,18	7,06	7,91	8,75	9,56
425	6,33	7,45	8,53	9,59	10,62	11,63	5,50	6,46	7,38	8,28	9,16	10,01
450	6,59	7,77	8,91	10,01	11,10	12,16	5,73	6,73	7,70	8,64	9,56	10,46
475	6,86	8,09	9,28	10,44	11,57	12,68	5,96	7,01	8,02	9,00	9,96	10,91
500	7,12	8,41	9,65	10,86	12,04	13,20	6,18	7,28	8,33	9,36	10,36	11,35
525	7,38	8,72	10,01	11,27	12,51	13,72	6,40	7,54	8,64	9,71	10,76	11,79
550	7,64	9,03	10,38	11,69	12,97	14,23	6,63	7,81	8,95	10,06	11,15	12,22
575	7,90	9,34	10,74	12,10	13,43	14,75	6,84	8,07	9,26	10,41	11,54	12,65
600	8,15	9,65	11,10	12,51	13,89	15,25	7,06	8,33	9,56	10,76	11,93	13,08
650	8,66	10,26	11,81	13,32	14,80	16,26	7,49	8,85	10,16	11,44	12,70	13,93
700	9,16	10,86	12,51	14,12	15,70	17,26	7,91	9,36	10,76	12,12	13,46	14,78
750	9,65	11,45	13,20	14,92	16,60	18,25	8,33	9,86	11,35	12,80	14,21	15,61
800	10,14	12,04	13,89	15,70	17,48	19,23	8,75	10,36	11,93	13,46	14,96	16,44
850	10,62	12,62	14,58	16,48	18,36	20,21	9,16	10,86	12,51	14,12	15,70	17,26
900	11,10	13,20	15,25	17,26	19,23	21,18	9,56	11,35	13,08	14,78	16,44	18,08
950	11,57	13,78	15,93	18,03	20,10	22,14	9,96	11,83	13,65	15,43	17,17	18,89
1000	12,04	14,35	16,60	18,80	20,96	23,10	10,36	12,32	14,21	16,07	17,90	19,69
1100	12,97	15,48	17,92	20,32	22,67	25,00	11,15	13,27	15,33	17,35	19,34	21,29
1200	13,89	16,60	19,23	21,82	24,37	26,88	11,93	14,21	16,44	18,62	20,76	22,87
1300	14,80	17,70	20,53	23,31	26,05	28,75	12,70	15,15	17,53	19,87	22,17	24,44
1400	15,70	18,80	21,82	24,79	27,72	30,61	13,46	16,07	18,62	21,11	23,57	26,00
1500	16,60	19,88	23,10	26,26	29,37	32,45	14,21	16,99	19,69	22,35	24,96	27,55
1600	17,48	20,96	24,37	27,72	31,02	34,28	14,96	17,90	20,76	23,57	26,34	29,08
1700	18,36	22,03	25,63	29,17	32,65	36,10	15,70	18,80	21,82	24,79	27,72	30,61
1800	19,23	23,10	26,88	30,61	34,28	37,92	16,44	19,69	22,87	26,00	29,08	32,13
1900	20,10	24,16	28,13	32,04	35,90	39,72	17,17	20,58	23,92	27,20	30,44	33,64
2000	20,96	25,21	29,37	33,47	37,52	41,52	17,90	21,47	24,96	28,40	31,79	35,14
2500	25,21	30,40	35,50	40,52	45,49	50,41	21,47	25,83	30,10	34,31	38,46	42,57
3000	29,37	35,50	41,52	47,46	53,34	59,17	24,96	30,10	35,14	40,11	45,02	49,89
3500	33,47	40,52	47,46	54,32	61,11	67,84	28,40	34,31	40,11	45,84	51,50	57,12
4000	37,52	45,49	53,34	61,11	68,80	76,43	31,79	38,46	45,02	51,50	57,92	64,28
5000	45,49	55,29	64,96	74,52	84,01	93,42	38,46	46,65	54,72	62,69	70,60	78,44

Anexa I

Tabelul 10. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru : $q_{sa} = 0,84 \text{ l/s.ap.}$;
 $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $y = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	$q_{cs} \text{ [l/s]}$											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
1,0	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23
1,2	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
1,5	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28
1,7	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
2,0	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33
2,5	0,26	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37
3,0	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41
3,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
4	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
5	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,60	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54
6	0,42	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,38	0,43	0,47	0,51	0,56	0,59
7	0,46	0,52	0,57	0,63	0,67	0,72	0,41	0,47	0,52	0,55	0,60	0,65
8	0,49	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,44	0,50	0,56	0,59	0,65	0,70
9	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83	0,47	0,54	0,59	0,63	0,70	0,74
10	0,56	0,63	0,70	0,76	0,82	0,88	0,50	0,57	0,63	0,67	0,74	0,79
12	0,62	0,70	0,78	0,85	0,92	0,98	0,56	0,63	0,70	0,74	0,82	0,88
14	0,67	0,76	0,85	0,93	1,00	1,07	0,60	0,69	0,76	0,81	0,90	0,96
16	0,73	0,82	0,92	1,00	1,08	1,16	0,65	0,74	0,82	0,88	0,97	1,04
18	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,25	0,70	0,79	0,88	0,94	1,04	1,11
20	0,82	0,94	1,04	1,14	1,24	1,33	0,74	0,84	0,93	0,99	1,10	1,18
25	0,94	1,07	1,19	1,30	1,41	1,52	0,84	0,95	1,06	1,13	1,26	1,35
30	1,04	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	0,93	1,06	1,18	1,26	1,40	1,51
35	1,14	1,30	1,46	1,60	1,74	1,87	1,02	1,16	1,29	1,38	1,54	1,66
40	1,24	1,41	1,58	1,74	1,89	2,03	1,10	1,26	1,40	1,49	1,67	1,80
45	1,33	1,52	1,70	1,87	2,03	2,19	1,18	1,35	1,51	1,60	1,80	1,94
50	1,41	1,62	1,81	2,00	2,17	2,34	1,26	1,44	1,61	1,71	1,92	2,07
55	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49	1,33	1,52	1,70	1,81	2,04	2,20
60	1,58	1,81	2,03	2,24	2,44	2,63	1,40	1,61	1,80	1,91	2,16	2,32
65	1,66	1,91	2,14	2,36	2,57	2,78	1,47	1,69	1,89	2,00	2,27	2,45
70	1,74	2,00	2,24	2,47	2,70	2,91	1,54	1,77	1,98	2,10	2,38	2,57
75	1,81	2,08	2,34	2,59	2,82	3,05	1,61	1,85	2,07	2,19	2,49	2,69
80	1,89	2,17	2,44	2,70	2,95	3,19	1,67	1,92	2,16	2,28	2,59	2,80
85	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32	1,74	2,00	2,24	2,37	2,70	2,91

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 10. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,03	2,34	2,63	2,91	3,19	3,45	1,80	2,07	2,32	2,46	2,80	3,03
95	2,10	2,42	2,73	3,02	3,30	3,57	1,86	2,14	2,41	2,54	2,90	3,14
100	2,17	2,51	2,82	3,13	3,42	3,70	1,92	2,21	2,49	2,63	3,00	3,25
110	2,31	2,67	3,01	3,33	3,65	3,95	2,04	2,35	2,65	2,79	3,20	3,46
120	2,44	2,82	3,19	3,53	3,87	4,19	2,16	2,49	2,80	2,96	3,39	3,67
130	2,57	2,98	3,36	3,73	4,09	4,43	2,27	2,62	2,95	3,11	3,58	3,88
140	2,70	3,13	3,53	3,92	4,30	4,67	2,38	2,75	3,10	3,27	3,76	4,08
150	2,82	3,27	3,70	4,11	4,51	4,90	2,49	2,88	3,25	3,42	3,95	4,28
160	2,95	3,42	3,87	4,30	4,72	5,13	2,59	3,00	3,39	3,57	4,12	4,47
170	3,07	3,56	4,03	4,49	4,93	5,35	2,70	3,13	3,53	3,72	4,30	4,67
180	3,19	3,70	4,19	4,67	5,13	5,58	2,80	3,25	3,67	3,86	4,47	4,86
190	3,30	3,84	4,35	4,85	5,33	5,80	2,90	3,37	3,81	4,00	4,65	5,05
200	3,42	3,98	4,51	5,03	5,53	6,01	3,00	3,49	3,95	4,14	4,82	5,23
220	3,65	4,25	4,82	5,38	5,92	6,44	3,20	3,72	4,21	4,42	5,15	5,60
240	3,87	4,54	5,13	5,72	6,30	6,87	3,39	3,95	4,47	4,69	5,48	5,96
260	4,09	4,77	5,43	6,06	6,68	7,28	3,58	4,17	4,73	4,96	5,80	6,32
280	4,30	5,03	5,72	6,40	7,05	7,69	3,76	4,39	4,99	5,22	6,12	6,67
300	4,51	5,28	6,01	6,73	7,42	8,10	3,95	4,60	5,23	5,48	6,44	7,01
320	4,72	5,53	6,30	7,05	7,78	8,50	4,12	4,82	5,48	5,73	6,75	7,36
340	4,93	5,77	6,59	7,38	8,14	8,90	4,30	5,03	5,72	5,98	7,05	7,69
360	5,13	6,01	6,87	7,69	8,50	9,29	4,47	5,23	5,96	6,23	7,36	8,03
380	5,33	6,25	7,15	8,01	8,85	9,68	4,65	5,44	6,20	6,48	7,66	8,36
400	5,53	6,49	7,42	8,32	9,20	10,07	4,82	5,64	6,44	6,72	7,95	8,69
425	5,77	6,79	7,76	8,71	9,64	10,54	5,03	5,89	6,73	7,02	8,32	9,09
450	6,01	7,08	8,10	9,09	10,07	11,02	5,23	6,14	7,01	7,31	8,69	9,50
475	6,25	7,36	8,43	9,47	10,49	11,49	5,44	6,39	7,30	7,61	9,05	9,90
500	6,49	7,65	8,77	9,85	10,91	11,96	5,64	6,63	7,58	7,90	9,41	10,29
525	6,73	7,93	9,09	10,23	11,33	12,42	5,84	6,87	7,86	8,18	9,76	10,68
550	6,96	8,21	9,42	10,60	11,75	12,88	6,04	7,11	8,14	8,47	10,12	11,07
575	7,19	8,49	9,74	10,97	12,16	13,34	6,24	7,35	8,41	8,75	10,47	11,46
600	7,42	8,77	10,07	11,33	12,57	13,79	6,44	7,58	8,69	9,03	10,82	11,85
650	7,87	9,31	10,70	12,06	13,39	14,70	6,82	8,05	9,23	9,59	11,51	12,61
700	8,32	9,85	11,33	12,78	14,20	15,59	7,20	8,51	9,76	10,14	12,19	13,37
750	8,77	10,39	11,96	13,49	15,00	16,48	7,58	8,96	10,29	10,68	12,86	14,11
800	9,20	10,91	12,57	14,20	15,79	17,36	7,95	9,41	10,82	11,21	13,53	14,86
850	9,64	11,44	13,19	14,90	16,57	18,23	8,32	9,85	11,33	11,74	14,20	15,59
900	10,07	11,96	13,79	15,59	17,36	19,09	8,69	10,29	11,85	12,27	14,86	16,32
950	10,49	12,47	14,40	16,28	18,13	19,95	9,05	10,73	12,36	12,79	15,51	17,05
1000	10,91	12,98	15,00	16,97	18,90	20,81	9,41	11,16	12,86	13,31	16,16	17,77
1100	11,75	14,00	16,18	18,32	20,43	22,51	10,12	12,02	13,87	14,33	17,45	19,19
1200	12,57	15,00	17,36	19,67	21,94	24,19	10,82	12,86	14,86	15,34	18,72	20,61
1300	13,39	15,99	18,52	21,00	23,44	25,85	11,51	13,70	15,83	16,34	19,98	22,01
1400	14,20	16,97	19,67	22,32	24,93	27,51	12,19	14,53	16,80	17,33	21,23	23,40
1500	15,00	17,94	20,81	23,63	26,41	29,15	12,86	15,35	17,77	18,31	22,47	24,78
1600	15,79	18,90	21,94	24,93	27,87	30,78	13,53	16,16	18,72	19,28	23,71	26,15
1700	16,57	19,86	23,07	26,22	29,33	32,41	14,20	16,97	19,67	20,25	24,93	27,51
1800	17,36	20,81	24,19	27,51	30,78	34,02	14,86	17,77	20,61	21,21	26,15	28,86
1900	18,13	21,75	25,30	28,79	32,23	35,63	15,51	18,56	21,54	22,16	27,36	30,21
2000	18,90	22,69	26,41	30,06	33,66	37,23	16,16	19,35	22,47	23,10	28,56	31,55
2500	22,69	27,33	31,87	36,34	40,76	45,14	19,35	23,24	27,06	27,76	34,51	38,17
3000	26,41	31,87	37,23	42,52	47,74	52,93	22,47	27,06	31,55	32,32	40,35	44,68
3500	30,06	36,34	42,52	48,61	54,64	60,62	25,54	30,80	35,97	36,81	46,11	51,10
4000	33,66	40,76	47,74	54,64	61,47	68,25	28,56	34,51	40,35	41,24	51,81	57,46
5000	40,76	49,48	58,07	66,56	74,98	83,33	34,51	41,79	48,97	49,96	63,07	70,03

Anexa I

Tabelul 11. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,94$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_s pers/ap.						N_s pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20
1,0	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23
1,2	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25
1,5	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
1,7	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
2,0	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32
2,5	0,28	0,31	0,34	0,36	0,38	0,41	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37
3,0	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40
3,5	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44
4	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47
5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,59	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53
6	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,40	0,45	0,48	0,52	0,56	0,59
7	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,44	0,48	0,53	0,57	0,61	0,64
8	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,77	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,69
9	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,50	0,56	0,61	0,65	0,70	0,74
10	0,59	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79
12	0,66	0,73	0,80	0,86	0,92	0,98	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,87
14	0,72	0,80	0,87	0,94	1,00	1,07	0,64	0,71	0,78	0,84	0,90	0,95
16	0,77	0,86	0,94	1,01	1,09	1,16	0,69	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03
18	0,83	0,92	1,00	1,09	1,16	1,24	0,74	0,82	0,90	0,97	1,04	1,11
20	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24	1,32	0,79	0,87	0,95	1,03	1,11	1,18
25	1,00	1,11	1,22	1,32	1,42	1,51	0,89	0,99	1,09	1,18	1,26	1,34
30	1,11	1,24	1,36	1,47	1,58	1,69	0,99	1,11	1,21	1,31	1,41	1,50
35	1,22	1,36	1,49	1,62	1,74	1,86	1,09	1,21	1,33	1,44	1,55	1,65
40	1,32	1,47	1,62	1,76	1,89	2,02	1,18	1,31	1,44	1,56	1,68	1,79
45	1,42	1,58	1,74	1,89	2,04	2,18	1,26	1,41	1,55	1,68	1,80	1,93
50	1,51	1,69	1,86	2,02	2,18	2,33	1,34	1,50	1,65	1,79	1,93	2,06
55	1,60	1,79	1,97	2,15	2,32	2,48	1,42	1,59	1,75	1,90	2,05	2,19
60	1,69	1,89	2,09	2,27	2,45	2,62	1,50	1,68	1,85	2,01	2,16	2,31
65	1,78	1,99	2,19	2,39	2,58	2,76	1,58	1,76	1,94	2,11	2,28	2,44
70	1,86	2,09	2,30	2,51	2,71	2,90	1,65	1,85	2,03	2,21	2,39	2,56
75	1,94	2,18	2,41	2,62	2,83	3,04	1,72	1,93	2,12	2,31	2,50	2,67
80	2,02	2,27	2,51	2,74	2,96	3,17	1,79	2,01	2,21	2,41	2,60	2,79
85	2,10	2,36	2,61	2,85	3,08	3,30	1,86	2,09	2,30	2,51	2,71	2,90

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I		Tabelul 11. (continuare)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,18	2,45	2,71	2,96	3,20	3,43	1,93	2,16	2,39	2,60	2,81	3,01
95	2,26	2,54	2,81	3,06	3,31	3,56	1,99	2,24	2,47	2,70	2,91	3,12
100	2,33	2,62	2,90	3,17	3,43	3,68	2,06	2,31	2,56	2,79	3,01	3,23
110	2,48	2,79	3,09	3,38	3,66	3,93	2,19	2,46	2,72	2,97	3,21	3,45
120	2,62	2,96	3,27	3,58	3,88	4,17	2,31	2,60	2,88	3,15	3,40	3,65
130	2,76	3,12	3,46	3,78	4,10	4,41	2,44	2,74	3,04	3,32	3,59	3,86
140	2,90	3,27	3,63	3,98	4,32	4,65	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78	4,06
150	3,04	3,43	3,81	4,17	4,53	4,88	2,67	3,01	3,34	3,65	3,96	4,26
160	3,17	3,58	3,98	4,36	4,74	5,10	2,79	3,15	3,49	3,82	4,14	4,45
170	3,30	3,73	4,15	4,55	4,94	5,33	2,90	3,27	3,63	3,98	4,32	4,65
180	3,43	3,88	4,32	4,74	5,15	5,55	3,01	3,40	3,78	4,14	4,49	4,84
190	3,56	4,03	4,48	4,92	5,35	5,77	3,12	3,53	3,92	4,30	4,66	5,02
200	3,68	4,17	4,65	5,10	5,55	5,98	3,23	3,65	4,06	4,45	4,84	5,21
220	3,93	4,46	4,97	5,46	5,94	6,41	3,45	3,90	4,34	4,76	5,17	5,57
240	4,17	4,74	5,28	5,81	6,33	6,83	3,65	4,14	4,61	5,06	5,50	5,93
260	4,41	5,01	5,59	6,16	6,71	7,25	3,86	4,38	4,87	5,36	5,83	6,29
280	4,65	5,28	5,90	6,50	7,08	7,65	4,06	4,61	5,13	5,65	6,15	6,63
300	4,88	5,55	6,20	6,83	7,45	8,06	4,26	4,84	5,39	5,93	6,46	6,98
320	5,10	5,81	6,50	7,16	7,82	8,46	4,45	5,06	5,65	6,22	6,77	7,32
340	5,33	6,07	6,79	7,49	8,18	8,85	4,65	5,28	5,90	6,50	7,08	7,65
360	5,55	6,33	7,08	7,82	8,53	9,24	4,84	5,50	6,15	6,77	7,39	7,99
380	5,77	6,58	7,37	8,14	8,89	9,63	5,02	5,72	6,39	7,05	7,69	8,31
400	5,98	6,83	7,65	8,46	9,24	10,01	5,21	5,93	6,63	7,32	7,99	8,64
425	6,25	7,14	8,01	8,85	9,68	10,49	5,44	6,20	6,94	7,65	8,36	9,05
450	6,52	7,45	8,36	9,24	10,11	10,96	5,66	6,46	7,23	7,99	8,72	9,45
475	6,78	7,75	8,70	9,63	10,53	11,43	5,89	6,72	7,53	8,31	9,09	9,84
500	7,04	8,06	9,05	10,01	10,96	11,89	6,11	6,98	7,82	8,64	9,45	10,24
525	7,30	8,36	9,39	10,39	11,38	12,35	6,33	7,23	8,11	8,96	9,80	10,63
550	7,55	8,65	9,72	10,77	11,80	12,81	6,55	7,49	8,40	9,29	10,16	11,01
575	7,81	8,95	10,06	11,15	12,21	13,26	6,76	7,74	8,68	9,60	10,51	11,40
600	8,06	9,24	10,39	11,52	12,63	13,72	6,98	7,99	8,96	9,92	10,86	11,78
650	8,55	9,82	11,05	12,26	13,45	14,61	7,40	8,48	9,53	10,55	11,55	12,54
700	9,05	10,39	11,71	12,99	14,26	15,50	7,82	8,96	10,08	11,17	12,24	13,29
750	9,53	10,96	12,35	13,72	15,06	16,38	8,23	9,45	10,63	11,78	12,92	14,03
800	10,01	11,52	12,99	14,44	15,86	17,26	8,64	9,92	11,17	12,39	13,59	14,77
850	10,49	12,08	13,63	15,15	16,65	18,12	9,05	10,39	11,71	12,99	14,26	15,50
900	10,96	12,63	14,26	15,86	17,43	18,98	9,45	10,86	12,24	13,59	14,92	16,23
950	11,43	13,17	14,88	16,56	18,21	19,84	9,84	11,32	12,77	14,18	15,58	16,95
1000	11,89	13,72	15,50	17,26	18,98	20,69	10,24	11,78	13,29	14,77	16,23	17,66
1100	12,81	14,79	16,73	18,64	20,52	22,37	11,01	12,69	14,33	15,94	17,52	19,08
1200	13,72	15,86	17,95	20,01	22,04	24,05	11,78	13,59	15,36	17,09	18,80	20,49
1300	14,61	16,91	19,15	21,37	23,55	25,70	12,54	14,48	16,37	18,23	20,07	21,88
1400	15,50	17,95	20,35	22,71	25,04	27,34	13,29	15,36	17,38	19,37	21,33	23,26
1500	16,38	18,98	21,53	24,05	26,52	28,98	14,03	16,23	18,38	20,49	22,57	24,63
1600	17,26	20,01	22,71	25,37	28,00	30,60	14,77	17,09	19,37	21,60	23,81	25,99
1700	18,12	21,03	23,88	26,69	29,46	32,21	15,50	17,95	20,35	22,71	25,04	27,34
1800	18,98	22,04	25,04	28,00	30,92	33,82	16,23	18,80	21,33	23,81	26,26	28,69
1900	19,84	23,04	26,20	29,30	32,37	35,41	16,95	19,65	22,30	24,90	27,48	30,03
2000	20,69	24,05	27,34	30,60	33,82	37,00	17,66	20,49	23,26	25,99	28,69	31,36
2500	24,87	28,98	33,01	37,00	40,95	44,86	21,19	24,63	28,02	31,36	34,66	37,93
3000	28,98	33,82	38,58	43,30	47,97	52,60	24,63	28,69	32,68	36,63	40,53	44,40
3500	33,01	38,58	44,08	49,51	54,90	60,24	28,02	32,68	37,28	41,82	46,32	50,78
4000	37,00	43,30	49,51	55,65	61,76	67,82	31,36	36,63	41,82	46,96	52,05	57,10
5000	44,86	52,60	60,24	67,82	75,33	82,80	37,93	44,40	50,78	57,10	63,37	69,59

Anexa I

Tabelul 12. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,54$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	110 l/zi.pers.						80 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,60	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,80	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
1,0	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24
1,2	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26
1,5	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
1,7	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32
2,0	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34
2,5	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
3,0	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,51	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
3,5	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44	0,46
4	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,59	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50
5	0,43	0,49	0,54	0,58	0,63	0,67	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
6	0,48	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62
7	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,81	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68
8	0,56	0,63	0,69	0,76	0,81	0,87	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73
9	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78
10	0,63	0,71	0,78	0,86	0,92	0,99	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,82
12	0,69	0,78	0,87	0,95	1,02	1,09	0,58	0,66	0,73	0,79	0,85	0,91
14	0,76	0,86	0,95	1,03	1,12	1,20	0,63	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00
16	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	1,29	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07
18	0,87	0,99	1,09	1,20	1,29	1,38	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15
20	0,92	1,05	1,16	1,27	1,37	1,47	0,77	0,87	0,97	1,06	1,14	1,22
25	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	1,68	0,87	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39
30	1,16	1,32	1,47	1,61	1,75	1,88	0,97	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55
35	1,27	1,45	1,61	1,77	1,92	2,06	1,06	1,20	1,34	1,46	1,58	1,70
40	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	2,24	1,14	1,30	1,45	1,58	1,72	1,84
45	1,47	1,68	1,88	2,06	2,24	2,41	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98
50	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	2,57	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96	2,11
55	1,66	1,90	2,12	2,33	2,54	2,73	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	2,24
60	1,75	2,00	2,24	2,46	2,68	2,89	1,45	1,65	1,84	2,02	2,20	2,36
65	1,83	2,10	2,35	2,59	2,82	3,04	1,52	1,73	1,93	2,13	2,31	2,48
70	1,92	2,20	2,46	2,72	2,96	3,19	1,58	1,81	2,02	2,23	2,42	2,60
75	2,00	2,30	2,57	2,84	3,09	3,34	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72
80	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	3,48	1,72	1,96	2,20	2,42	2,63	2,83
85	2,16	2,48	2,79	3,08	3,35	3,62	1,78	2,04	2,28	2,51	2,73	2,95

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I												
Tabelul 12. (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06
95	2,32	2,66	2,99	3,30	3,61	3,90	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	3,16
100	2,39	2,75	3,09	3,42	3,73	4,03	1,96	2,25	2,52	2,78	3,03	3,27
110	2,54	2,92	3,29	3,64	3,97	4,30	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	3,48
120	2,68	3,09	3,48	3,85	4,21	4,56	2,20	2,52	2,83	3,13	3,41	3,69
130	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81	2,31	2,66	2,98	3,29	3,59	3,89
140	2,96	3,42	3,85	4,27	4,67	5,06	2,42	2,78	3,13	3,46	3,77	4,08
150	3,09	3,57	4,03	4,47	4,90	5,31	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27
160	3,22	3,73	4,21	4,67	5,12	5,55	2,63	3,03	3,41	3,77	4,12	4,46
170	3,35	3,88	4,39	4,87	5,34	5,79	2,73	3,15	3,55	3,93	4,30	4,65
180	3,48	4,03	4,56	5,06	5,55	6,02	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84
190	3,61	4,18	4,73	5,25	5,76	6,26	2,93	3,39	3,82	4,23	4,63	5,02
200	3,73	4,33	4,90	5,44	5,97	6,49	3,03	3,50	3,95	4,38	4,79	5,20
220	3,97	4,61	5,23	5,82	6,39	6,94	3,22	3,73	4,21	4,67	5,12	5,55
240	4,21	4,90	5,55	6,18	6,79	7,39	3,41	3,95	4,46	4,96	5,43	5,90
260	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83	3,59	4,17	4,71	5,24	5,74	6,24
280	4,67	5,44	6,18	6,89	7,58	8,26	3,77	4,38	4,96	5,51	6,05	6,57
300	4,90	5,71	6,49	7,24	7,97	8,68	3,95	4,59	5,20	5,78	6,35	6,90
320	5,12	5,97	6,79	7,58	8,35	9,11	4,12	4,79	5,43	6,05	6,65	7,23
340	5,34	6,23	7,09	7,92	8,73	9,52	4,30	5,00	5,67	6,31	6,94	7,55
360	5,55	6,49	7,39	8,26	9,11	9,93	4,46	5,20	5,90	6,57	7,23	7,87
380	5,76	6,74	7,68	8,59	9,48	10,34	4,63	5,39	6,12	6,83	7,51	8,18
400	5,97	6,99	7,97	8,92	9,84	10,75	4,79	5,59	6,35	7,08	7,80	8,49
425	6,23	7,30	8,33	9,33	10,30	11,25	5,00	5,83	6,63	7,40	8,15	8,88
450	6,49	7,61	8,68	9,73	10,75	11,74	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26
475	6,74	7,91	9,04	10,13	11,19	12,23	5,39	6,30	7,17	8,01	8,83	9,63
500	6,99	8,21	9,38	10,52	11,63	12,72	5,59	6,53	7,44	8,32	9,17	10,01
525	7,24	8,51	9,73	10,91	12,07	13,21	5,78	6,76	7,71	8,62	9,51	10,38
550	7,49	8,80	10,07	11,30	12,51	13,69	5,97	6,99	7,97	8,92	9,84	10,75
575	7,73	9,09	10,41	11,69	12,94	14,16	6,16	7,22	8,23	9,22	10,17	11,11
600	7,97	9,38	10,75	12,07	13,37	14,64	6,35	7,44	8,49	9,51	10,50	11,47
650	8,45	9,96	11,41	12,83	14,22	15,58	6,72	7,88	9,00	10,09	11,15	12,19
700	8,92	10,52	12,07	13,58	15,06	16,51	7,08	8,32	9,51	10,66	11,79	12,90
750	9,38	11,08	12,72	14,32	15,89	17,43	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60
800	9,84	11,63	13,37	15,06	16,71	18,34	7,80	9,17	10,50	11,79	13,05	14,29
850	10,30	12,18	14,00	15,78	17,53	19,24	8,15	9,59	10,99	12,35	13,68	14,98
900	10,75	12,72	14,64	16,51	18,34	20,14	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66
950	11,19	13,26	15,26	17,22	19,14	21,03	8,83	10,42	11,95	13,44	14,90	16,34
1000	11,63	13,79	15,89	17,93	19,94	21,92	9,17	10,83	12,43	13,98	15,51	17,01
1100	12,51	14,85	17,12	19,34	21,52	23,67	9,84	11,63	13,37	15,06	16,71	18,34
1200	13,37	15,89	18,34	20,73	23,09	25,41	10,50	12,43	14,29	16,11	17,90	19,65
1300	14,22	16,92	19,54	22,11	24,64	27,13	11,15	13,21	15,21	17,16	19,07	20,95
1400	15,06	17,93	20,73	23,48	26,18	28,84	11,79	13,98	16,11	18,19	20,23	22,24
1500	15,89	18,94	21,92	24,83	27,70	30,53	12,43	14,75	17,01	19,21	21,38	23,51
1600	16,71	19,94	23,09	26,18	29,21	32,21	13,05	15,51	17,90	20,23	22,52	24,78
1700	17,53	20,93	24,25	27,51	30,72	33,88	13,68	16,26	18,78	21,24	23,65	26,04
1800	18,34	21,92	25,41	28,84	32,21	35,55	14,29	17,01	19,65	22,24	24,78	27,29
1900	19,14	22,89	26,56	30,16	33,70	37,20	14,90	17,75	20,52	23,23	25,90	28,53
2000	19,94	23,87	27,70	31,47	35,18	38,85	15,51	18,48	21,38	24,22	27,01	29,76
2500	23,87	28,65	33,33	37,93	42,47	46,97	18,48	22,09	25,62	29,08	32,48	35,85
3000	27,70	33,33	38,85	44,28	49,64	54,95	21,38	25,62	29,76	33,83	37,85	41,82
3500	31,47	37,93	44,28	50,53	56,71	62,84	24,22	29,08	33,83	38,51	43,13	47,70
4000	35,18	42,47	49,64	56,71	63,71	70,64	27,01	32,48	37,85	43,13	48,35	53,51
5000	42,47	51,42	60,22	68,91	77,51	86,05	32,48	39,18	45,75	52,22	58,63	64,97

Anexa I - Tabelul 13. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,64$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σnqs [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	110 l/zi.pers.						80 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
1,0	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
1,2	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,5	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
1,7	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29
2,0	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,31
2,5	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35
3,0	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,25	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39
3,5	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42
4	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45
5	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51
6	0,43	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
7	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,73	0,40	0,45	0,49	0,54	0,58	0,62
8	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
9	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,84	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71
10	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,75
12	0,63	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83
14	0,69	0,78	0,86	0,94	1,01	1,08	0,58	0,65	0,72	0,79	0,85	0,90
16	0,74	0,84	0,93	1,01	1,09	1,17	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98
18	0,79	0,90	0,99	1,08	1,17	1,25	0,66	0,75	0,83	0,90	0,98	1,04
20	0,84	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33	0,70	0,79	0,88	0,96	1,04	1,11
25	0,95	1,08	1,20	1,31	1,42	1,52	0,79	0,90	1,00	1,09	1,18	1,26
30	1,05	1,20	1,33	1,46	1,58	1,69	0,88	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40
35	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86	0,96	1,09	1,21	1,32	1,43	1,54
40	1,24	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66
45	1,33	1,52	1,69	1,86	2,02	2,17	1,11	1,26	1,40	1,54	1,66	1,79
50	1,42	1,62	1,80	1,98	2,15	2,31	1,18	1,34	1,49	1,64	1,77	1,90
55	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,46	1,24	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02
60	1,58	1,80	2,02	2,22	2,41	2,59	1,31	1,49	1,66	1,82	1,98	2,13
65	1,66	1,89	2,12	2,33	2,53	2,73	1,37	1,56	1,74	1,92	2,08	2,24
70	1,73	1,98	2,22	2,44	2,65	2,86	1,43	1,64	1,82	2,00	2,18	2,34
75	1,80	2,07	2,31	2,55	2,77	2,99	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	2,44
80	1,88	2,15	2,41	2,65	2,89	3,12	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54
85	1,95	2,23	2,50	2,76	3,00	3,24	1,61	1,84	2,05	2,26	2,45	2,64

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I												
Tabelul 13. (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,02	2,31	2,59	2,86	3,12	3,36	1,66	1,90	2,13	2,34	2,54	2,74
	2,08	2,39	2,68	2,96	3,23	3,48	1,72	1,97	2,20	2,42	2,63	2,84
100	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	3,60	1,77	2,03	2,27	2,50	2,72	2,93
110	2,28	2,62	2,95	3,26	3,55	3,84	1,88	2,15	2,41	2,65	2,89	3,12
120	2,41	2,77	3,12	3,44	3,76	4,07	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30
130	2,53	2,92	3,28	3,63	3,97	4,29	2,08	2,39	2,68	2,95	3,22	3,47
140	2,65	3,06	3,44	3,81	4,17	4,51	2,18	2,50	2,81	3,10	3,38	3,65
150	2,77	3,20	3,60	3,99	4,36	4,73	2,27	2,61	2,93	3,24	3,53	3,82
160	2,89	3,34	3,76	4,17	4,56	4,94	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98
170	3,00	3,47	3,91	4,34	4,75	5,15	2,45	2,83	3,18	3,51	3,84	4,15
180	3,12	3,60	4,07	4,51	4,94	5,35	2,54	2,93	3,30	3,65	3,98	4,31
190	3,23	3,73	4,22	4,68	5,12	5,56	2,63	3,04	3,42	3,78	4,13	4,47
200	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	5,76	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63
220	3,55	4,12	4,65	5,17	5,67	6,16	2,89	3,34	3,76	4,17	4,56	4,94
240	3,76	4,36	4,94	5,49	6,02	6,55	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24
260	3,97	4,61	5,22	5,80	6,37	6,93	3,22	3,72	4,20	4,66	5,11	5,54
280	4,17	4,84	5,49	6,11	6,72	7,30	3,38	3,91	4,42	4,90	5,37	5,83
300	4,36	5,08	5,76	6,42	7,05	7,68	3,53	4,09	4,63	5,14	5,64	6,12
320	4,56	5,31	6,02	6,72	7,39	8,04	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40
340	4,75	5,54	6,29	7,01	7,72	8,41	3,84	4,45	5,04	5,60	6,15	6,69
360	4,94	5,76	6,55	7,30	8,04	8,76	3,98	4,63	5,24	5,83	6,40	6,96
380	5,12	5,98	6,80	7,59	8,37	9,12	4,13	4,80	5,44	6,06	6,65	7,24
400	5,31	6,20	7,05	7,88	8,68	9,47	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51
425	5,54	6,47	7,37	8,23	9,08	9,90	4,45	5,18	5,88	6,55	7,21	7,84
450	5,76	6,74	7,68	8,58	9,47	10,34	4,63	5,39	6,12	6,82	7,51	8,18
475	5,98	7,00	7,98	8,93	9,86	10,76	4,80	5,60	6,36	7,09	7,81	8,50
500	6,20	7,26	8,28	9,27	10,24	11,18	4,97	5,80	6,59	7,36	8,10	8,83
525	6,42	7,52	8,58	9,62	10,62	11,60	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	9,15
550	6,63	7,78	8,88	9,95	11,00	12,02	5,31	6,20	7,05	7,88	8,68	9,47
575	6,84	8,03	9,18	10,29	11,37	12,43	5,47	6,40	7,28	8,14	8,97	9,79
600	7,05	8,28	9,47	10,62	11,74	12,84	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10
650	7,47	8,78	10,05	11,28	12,48	13,66	5,96	6,98	7,95	8,90	9,82	10,72
700	7,88	9,27	10,62	11,93	13,21	14,46	6,28	7,36	8,39	9,40	10,38	11,34
750	8,28	9,76	11,18	12,57	13,92	15,25	6,59	7,73	8,83	9,89	10,93	11,94
800	8,68	10,24	11,74	13,21	14,64	16,04	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55
850	9,08	10,71	12,30	13,84	15,34	16,82	7,21	8,47	9,68	10,86	12,01	13,14
900	9,47	11,18	12,84	14,46	16,04	17,60	7,51	8,83	10,10	11,34	12,55	13,73
950	9,86	11,65	13,39	15,08	16,74	18,37	7,81	9,19	10,52	11,81	13,07	14,31
1000	10,24	12,11	13,92	15,69	17,43	19,13	8,10	9,54	10,93	12,28	13,60	14,89
1100	11,00	13,02	14,99	16,91	18,79	20,64	8,68	10,24	11,74	13,21	14,64	16,04
1200	11,74	13,92	16,04	18,11	20,14	22,14	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18
1300	12,48	14,81	17,08	19,30	21,47	23,62	9,82	11,61	13,34	15,02	16,67	18,30
1400	13,21	15,69	18,11	20,47	22,80	25,09	10,38	12,28	14,12	15,92	17,67	19,41
1500	13,92	16,56	19,13	21,64	24,11	26,54	10,93	12,94	14,89	16,80	18,67	20,50
1600	14,64	17,43	20,14	22,80	25,41	27,99	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60
1700	15,34	18,28	21,14	23,94	26,70	29,42	12,01	14,25	16,42	18,54	20,63	22,68
1800	16,04	19,13	22,14	25,09	27,99	30,85	12,55	14,89	17,18	19,41	21,60	23,75
1900	16,74	19,97	23,13	26,22	29,26	32,27	13,07	15,53	17,92	20,26	22,56	24,82
2000	17,43	20,81	24,11	27,34	30,53	33,68	13,60	16,17	18,67	21,11	23,51	25,88
2500	20,81	24,92	28,94	32,89	36,79	40,64	16,17	19,28	22,32	25,29	28,22	31,11
3000	24,11	28,94	33,68	38,33	42,93	47,47	18,67	22,32	25,88	29,38	32,82	36,22
3500	27,34	32,89	38,33	43,69	48,98	54,21	21,11	25,29	29,38	33,39	37,35	41,26
4000	30,53	36,79	42,93	48,98	54,95	60,87	23,51	28,22	32,82	37,35	41,82	46,24
5000	36,79	44,45	51,97	59,40	66,75	74,03	28,22	33,96	39,59	45,13	50,61	56,03

Anexa I - Tabelul 14. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,74$ l/s.ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σnq_s [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	110 l/zi.pers.						80 l/zi.pers.					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18
1,0	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,19	0,20
1,2	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,16	0,18	0,20	0,21	0,21	0,22
1,5	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,18	0,20	0,22	0,24	0,23	0,25
1,7	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,20	0,22	0,23	0,25	0,25	0,26
2,0	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,21	0,24	0,26	0,27	0,27	0,29
2,5	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41	0,24	0,27	0,29	0,31	0,31	0,32
3,0	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,27	0,29	0,32	0,34	0,34	0,36
3,5	0,34	0,37	0,41	0,44	0,46	0,49	0,29	0,32	0,34	0,37	0,37	0,39
4	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,31	0,34	0,37	0,40	0,39	0,42
5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,35	0,38	0,41	0,45	0,44	0,47
6	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,38	0,42	0,46	0,49	0,49	0,52
7	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,41	0,46	0,50	0,53	0,53	0,56
8	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,77	0,45	0,49	0,53	0,57	0,57	0,60
9	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,47	0,52	0,57	0,61	0,61	0,64
10	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,50	0,55	0,60	0,65	0,64	0,68
12	0,66	0,73	0,79	0,86	0,91	0,97	0,55	0,61	0,67	0,72	0,71	0,76
14	0,72	0,79	0,87	0,93	1,00	1,06	0,60	0,67	0,72	0,78	0,78	0,82
16	0,77	0,86	0,93	1,01	1,08	1,14	0,65	0,72	0,78	0,84	0,84	0,89
18	0,83	0,91	1,00	1,08	1,15	1,22	0,69	0,76	0,83	0,90	0,89	0,95
20	0,88	0,97	1,06	1,14	1,22	1,30	0,73	0,81	0,88	0,95	0,95	1,01
25	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39	1,48	0,83	0,92	1,00	1,08	1,08	1,14
30	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	1,65	0,92	1,02	1,11	1,20	1,20	1,27
35	1,20	1,34	1,47	1,59	1,70	1,81	1,00	1,11	1,22	1,32	1,31	1,39
40	1,30	1,45	1,59	1,72	1,85	1,97	1,08	1,20	1,32	1,42	1,42	1,51
45	1,39	1,55	1,70	1,85	1,98	2,12	1,16	1,29	1,41	1,53	1,52	1,62
50	1,48	1,65	1,81	1,97	2,12	2,26	1,23	1,37	1,50	1,62	1,62	1,72
55	1,57	1,75	1,92	2,09	2,24	2,40	1,30	1,45	1,59	1,72	1,71	1,82
60	1,65	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,37	1,53	1,67	1,81	1,80	1,92
65	1,74	1,94	2,13	2,31	2,49	2,66	1,44	1,60	1,75	1,90	1,89	2,02
70	1,81	2,03	2,23	2,42	2,61	2,79	1,50	1,67	1,83	1,99	1,98	2,11
75	1,89	2,12	2,33	2,53	2,73	2,91	1,56	1,74	1,91	2,08	2,06	2,20
80	1,97	2,20	2,42	2,64	2,84	3,04	1,62	1,81	1,99	2,16	2,15	2,29
85	2,04	2,29	2,52	2,74	2,95	3,16	1,68	1,88	2,07	2,24	2,23	2,38

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I												
Tabelul 14. (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,12	2,37	2,61	2,84	3,06	3,28	1,74	1,95	2,14	2,32	2,31	2,47
95	2,19	2,45	2,70	2,94	3,17	3,40	1,80	2,01	2,21	2,40	2,39	2,55
100	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,51	1,86	2,08	2,28	2,48	2,47	2,64
110	2,40	2,69	2,96	3,23	3,49	3,74	1,97	2,20	2,42	2,64	2,62	2,80
120	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	3,96	2,08	2,32	2,56	2,78	2,77	2,96
130	2,66	2,99	3,30	3,60	3,89	4,18	2,18	2,44	2,69	2,93	2,91	3,12
140	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09	4,39	2,28	2,56	2,82	3,07	3,06	3,27
150	2,91	3,28	3,63	3,96	4,28	4,60	2,38	2,67	2,95	3,21	3,19	3,42
160	3,04	3,42	3,78	4,13	4,47	4,81	2,48	2,78	3,07	3,35	3,33	3,57
170	3,16	3,56	3,94	4,31	4,66	5,01	2,58	2,89	3,20	3,49	3,47	3,71
180	3,28	3,69	4,09	4,47	4,85	5,21	2,67	3,00	3,32	3,62	3,60	3,86
190	3,40	3,83	4,24	4,64	5,03	5,41	2,77	3,11	3,44	3,75	3,73	4,00
200	3,51	3,96	4,39	4,81	5,21	5,60	2,86	3,21	3,55	3,88	3,86	4,14
220	3,74	4,22	4,68	5,13	5,56	5,99	3,04	3,42	3,78	4,13	4,11	4,41
240	3,96	4,47	4,97	5,45	5,91	6,36	3,21	3,62	4,01	4,38	4,36	4,68
260	4,18	4,72	5,25	5,76	6,25	6,73	3,38	3,82	4,23	4,63	4,60	4,94
280	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59	7,10	3,55	4,01	4,44	4,86	4,84	5,20
300	4,60	5,21	5,80	6,36	6,92	7,46	3,72	4,20	4,66	5,10	5,07	5,45
320	4,81	5,45	6,06	6,66	7,24	7,81	3,88	4,38	4,86	5,33	5,30	5,70
340	5,01	5,68	6,33	6,95	7,57	8,17	4,04	4,57	5,07	5,56	5,53	5,95
360	5,21	5,91	6,59	7,24	7,89	8,51	4,20	4,75	5,27	5,79	5,75	6,19
380	5,41	6,14	6,84	7,53	8,20	8,86	4,35	4,92	5,47	6,01	5,97	6,43
400	5,60	6,36	7,10	7,81	8,51	9,20	4,50	5,10	5,67	6,23	6,19	6,67
425	5,84	6,64	7,41	8,17	8,90	9,62	4,69	5,32	5,92	6,50	6,46	6,96
450	6,08	6,92	7,73	8,51	9,28	10,03	4,88	5,53	6,16	6,77	6,73	7,25
475	6,32	7,19	8,03	8,86	9,66	10,45	5,06	5,74	6,40	7,03	6,99	7,54
500	6,55	7,46	8,34	9,20	10,03	10,85	5,25	5,95	6,63	7,30	7,25	7,82
525	6,78	7,73	8,64	9,53	10,40	11,26	5,42	6,16	6,87	7,56	7,51	8,10
550	7,01	7,99	8,94	9,87	10,77	11,66	5,60	6,36	7,10	7,81	7,76	8,38
575	7,24	8,25	9,24	10,20	11,14	12,06	5,78	6,57	7,33	8,07	8,02	8,66
600	7,46	8,51	9,53	10,53	11,50	12,46	5,95	6,77	7,56	8,32	8,27	8,93
650	7,90	9,03	10,12	11,18	12,22	13,24	6,30	7,17	8,01	8,82	8,77	9,47
700	8,34	9,53	10,69	11,82	12,93	14,02	6,63	7,56	8,45	9,32	9,26	10,01
750	8,77	10,03	11,26	12,46	13,63	14,79	6,97	7,94	8,89	9,81	9,74	10,54
800	9,20	10,53	11,82	13,09	14,33	15,55	7,30	8,32	9,32	10,29	10,22	11,06
850	9,62	11,02	12,38	13,71	15,02	16,31	7,62	8,70	9,75	10,77	10,69	11,58
900	10,03	11,50	12,93	14,33	15,70	17,05	7,94	9,07	10,17	11,24	11,16	12,09
950	10,45	11,98	13,48	14,94	16,38	17,80	8,26	9,44	10,59	11,71	11,63	12,60
1000	10,85	12,46	14,02	15,55	17,05	18,53	8,57	9,81	11,00	12,17	12,09	13,10
1100	11,66	13,40	15,10	16,75	18,39	19,99	9,20	10,53	11,82	13,09	13,00	14,09
1200	12,46	14,33	16,15	17,94	19,70	21,44	9,81	11,24	12,63	13,99	13,90	15,08
1300	13,24	15,25	17,20	19,12	21,01	22,87	10,41	11,94	13,43	14,89	14,78	16,05
1400	14,02	16,15	18,24	20,28	22,30	24,28	11,00	12,63	14,22	15,77	15,66	17,01
1500	14,79	17,05	19,27	21,44	23,58	25,69	11,59	13,32	15,00	16,65	16,53	17,96
1600	15,55	17,94	20,28	22,58	24,85	27,08	12,17	13,99	15,77	17,51	17,39	18,90
1700	16,31	18,83	21,29	23,72	26,11	28,47	12,75	14,66	16,54	18,37	18,24	19,84
1800	17,05	19,70	22,30	24,85	27,36	29,85	13,32	15,33	17,30	19,23	19,09	20,77
1900	17,80	20,57	23,29	25,97	28,61	31,21	13,88	15,99	18,05	20,07	19,93	21,69
2000	18,53	21,44	24,28	27,08	29,85	32,58	14,44	16,65	18,80	20,92	20,77	22,60
2500	22,16	25,69	29,16	32,58	35,95	39,29	17,19	19,86	22,48	25,05	24,87	27,11
3000	25,69	29,85	33,93	37,96	41,94	45,88	19,86	23,00	26,07	29,10	28,88	31,52
3500	29,16	33,93	38,62	43,26	47,84	52,38	22,48	26,07	29,60	33,07	32,82	35,85
4000	32,58	37,96	43,26	48,49	53,67	58,80	25,05	29,10	33,07	36,99	36,71	40,12
5000	39,29	45,88	52,38	58,80	65,16	71,48	30,10	35,03	39,89	44,69	44,35	48,53

Anexa I

Tabelul 15. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,47 \text{ l/s.ap}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,0	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19
1,2	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21
1,5	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23
1,7	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,20	0,22	0,23	0,25
2,0	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
2,5	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31
3,0	0,22	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34
3,5	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,40	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
4	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39
5	0,29	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,26	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44
6	0,32	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,29	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49
7	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53
8	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,63	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
9	0,39	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,36	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61
10	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,38	0,44	0,50	0,55	0,60	0,64
12	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71
14	0,50	0,58	0,66	0,73	0,79	0,86	0,45	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77
16	0,54	0,63	0,71	0,79	0,86	0,92	0,49	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83
18	0,57	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	0,52	0,61	0,69	0,76	0,83	0,89
20	0,61	0,71	0,80	0,89	0,97	1,05	0,55	0,64	0,73	0,80	0,88	0,94
25	0,69	0,80	0,91	1,01	1,10	1,19	0,62	0,73	0,82	0,91	0,99	1,07
30	0,76	0,89	1,01	1,12	1,23	1,32	0,69	0,80	0,91	1,01	1,10	1,19
35	0,83	0,97	1,10	1,23	1,34	1,45	0,75	0,88	0,99	1,10	1,21	1,30
40	0,89	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	0,80	0,94	1,07	1,19	1,30	1,41
45	0,95	1,12	1,28	1,42	1,56	1,68	0,86	1,01	1,15	1,28	1,40	1,51
50	1,01	1,19	1,36	1,51	1,66	1,79	0,91	1,07	1,22	1,36	1,49	1,61
55	1,07	1,26	1,43	1,60	1,75	1,90	0,96	1,13	1,29	1,43	1,57	1,70
60	1,12	1,32	1,51	1,68	1,85	2,00	1,01	1,19	1,36	1,51	1,66	1,79
65	1,17	1,39	1,58	1,77	1,94	2,11	1,06	1,25	1,42	1,58	1,74	1,88
70	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,20	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97
75	1,28	1,51	1,73	1,93	2,12	2,30	1,15	1,36	1,55	1,73	1,89	2,06
80	1,32	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	1,19	1,41	1,61	1,79	1,97	2,14
85	1,37	1,63	1,86	2,08	2,29	2,49	1,23	1,46	1,67	1,86	2,04	2,22

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 15. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,42	1,68	1,93	2,16	2,37	2,58	1,28	1,51	1,73	1,93	2,12	2,30
95	1,47	1,74	1,99	2,23	2,45	2,67	1,32	1,56	1,78	1,99	2,19	2,38
100	1,51	1,79	2,06	2,30	2,53	2,76	1,36	1,61	1,84	2,06	2,26	2,46
110	1,60	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	1,43	1,70	1,95	2,18	2,40	2,61
120	1,68	2,00	2,30	2,58	2,84	3,10	1,51	1,79	2,06	2,30	2,53	2,76
130	1,77	2,11	2,42	2,71	2,99	3,26	1,58	1,88	2,16	2,42	2,66	2,90
140	1,85	2,20	2,53	2,84	3,14	3,42	1,66	1,97	2,26	2,53	2,79	3,04
150	1,93	2,30	2,65	2,97	3,28	3,58	1,73	2,06	2,36	2,65	2,92	3,18
160	2,00	2,39	2,76	3,10	3,42	3,74	1,79	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32
170	2,08	2,49	2,86	3,22	3,56	3,89	1,86	2,22	2,55	2,86	3,16	3,45
180	2,16	2,58	2,97	3,34	3,70	4,04	1,93	2,30	2,65	2,97	3,28	3,58
190	2,23	2,67	3,08	3,46	3,83	4,19	1,99	2,38	2,74	3,08	3,40	3,71
200	2,30	2,76	3,18	3,58	3,97	4,34	2,06	2,46	2,83	3,18	3,52	3,84
220	2,44	2,93	3,38	3,81	4,23	4,62	2,18	2,61	3,01	3,38	3,74	4,09
240	2,58	3,10	3,58	4,04	4,48	4,91	2,30	2,76	3,18	3,58	3,97	4,34
260	2,71	3,26	3,78	4,26	4,73	5,18	2,42	2,90	3,35	3,78	4,18	4,58
280	2,84	3,42	3,97	4,48	4,97	5,45	2,53	3,04	3,52	3,97	4,40	4,81
300	2,97	3,58	4,15	4,69	5,22	5,72	2,65	3,18	3,68	4,15	4,61	5,04
320	3,10	3,74	4,34	4,91	5,45	5,98	2,76	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27
340	3,22	3,89	4,52	5,11	5,69	6,24	2,86	3,45	4,00	4,52	5,02	5,50
360	3,34	4,04	4,69	5,32	5,92	6,50	2,97	3,58	4,15	4,69	5,22	5,72
380	3,46	4,19	4,87	5,52	6,15	6,75	3,08	3,71	4,30	4,87	5,41	5,94
400	3,58	4,34	5,04	5,72	6,37	7,01	3,18	3,84	4,46	5,04	5,61	6,16
425	3,73	4,52	5,26	5,97	6,65	7,32	3,31	4,00	4,64	5,26	5,85	6,43
450	3,87	4,69	5,47	6,21	6,93	7,62	3,43	4,15	4,83	5,47	6,09	6,69
475	4,01	4,87	5,68	6,45	7,20	7,93	3,56	4,30	5,01	5,68	6,33	6,95
500	4,15	5,04	5,89	6,69	7,47	8,23	3,68	4,46	5,19	5,89	6,56	7,21
525	4,29	5,22	6,09	6,93	7,74	8,52	3,80	4,61	5,36	6,09	6,79	7,47
550	4,43	5,39	6,29	7,16	8,00	8,82	3,92	4,75	5,54	6,29	7,02	7,72
575	4,56	5,55	6,49	7,39	8,26	9,11	4,04	4,90	5,71	6,49	7,25	7,98
600	4,69	5,72	6,69	7,62	8,52	9,40	4,15	5,04	5,89	6,69	7,47	8,23
650	4,96	6,05	7,08	8,08	9,04	9,98	4,38	5,33	6,23	7,08	7,91	8,72
700	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54	4,61	5,61	6,56	7,47	8,35	9,21
750	5,47	6,69	7,85	8,97	10,05	11,10	4,83	5,89	6,89	7,85	8,78	9,69
800	5,72	7,01	8,23	9,40	10,54	11,66	5,04	6,16	7,21	8,23	9,21	10,17
850	5,97	7,32	8,60	9,83	11,03	12,20	5,26	6,43	7,53	8,60	9,63	10,64
900	6,21	7,62	8,97	10,26	11,52	12,75	5,47	6,69	7,85	8,97	10,05	11,10
950	6,45	7,93	9,33	10,68	12,00	13,29	5,68	6,95	8,16	9,33	10,46	11,56
1000	6,69	8,23	9,69	11,10	12,48	13,82	5,89	7,21	8,47	9,69	10,87	12,02
1100	7,16	8,82	10,40	11,93	13,42	14,88	6,29	7,72	9,09	10,40	11,68	12,93
1200	7,62	9,40	11,10	12,75	14,35	15,92	6,69	8,23	9,69	11,10	12,48	13,82
1300	8,08	9,98	11,79	13,55	15,27	16,95	7,08	8,72	10,28	11,79	13,26	14,70
1400	8,52	10,54	12,48	14,35	16,18	17,97	7,47	9,21	10,87	12,48	14,04	15,57
1500	8,97	11,10	13,15	15,14	17,08	18,98	7,85	9,69	11,45	13,15	14,81	16,44
1600	9,40	11,66	13,82	15,92	17,97	19,98	8,23	10,17	12,02	13,82	15,57	17,29
1700	9,83	12,20	14,48	16,69	18,86	20,98	8,60	10,64	12,59	14,48	16,33	18,14
1800	10,26	12,75	15,14	17,46	19,73	21,96	8,97	11,10	13,15	15,14	17,08	18,98
1900	10,68	13,29	15,79	18,22	20,61	22,94	9,33	11,56	13,71	15,79	17,82	19,82
2000	11,10	13,82	16,44	18,98	21,47	23,92	9,69	12,02	14,26	16,44	18,56	20,65
2500	13,15	16,44	19,61	22,70	25,73	28,71	11,45	14,26	16,97	19,61	22,19	24,73
3000	15,14	18,98	22,70	26,33	29,89	33,40	13,15	16,44	19,61	22,70	25,73	28,71
3500	17,08	21,47	25,73	29,89	33,96	38,02	14,81	18,56	22,19	25,73	29,21	32,63
4000	18,98	23,92	28,71	33,40	38,02	42,57	16,44	20,65	24,73	28,71	32,63	36,49
5000	22,70	28,71	34,56	40,30	45,95	51,54	19,61	24,73	29,70	34,56	39,35	44,08

Anexa I

Tabelul 16. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,54 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,0	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19
1,2	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21
1,5	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23
1,7	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
2,0	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
2,5	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
3,0	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33
3,5	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36
4	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
5	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
6	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48
7	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52
8	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
9	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
10	0,45	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64
12	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,45	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70
14	0,54	0,61	0,68	0,74	0,79	0,85	0,49	0,55	0,61	0,67	0,72	0,76
16	0,58	0,66	0,73	0,79	0,85	0,91	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,82
18	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88
20	0,66	0,74	0,82	0,90	0,97	1,04	0,60	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93
25	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06
30	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18
35	0,90	1,02	1,13	1,24	1,34	1,43	0,81	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29
40	0,97	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	0,87	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39
45	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49
50	1,10	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77	0,99	1,13	1,25	1,37	1,48	1,59
55	1,16	1,32	1,47	1,61	1,75	1,88	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	1,68
60	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98	1,10	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77
65	1,28	1,46	1,63	1,78	1,93	2,08	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86
70	1,34	1,52	1,70	1,87	2,02	2,18	1,20	1,37	1,52	1,67	1,81	1,95
75	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27	1,25	1,43	1,59	1,74	1,89	2,03
80	1,45	1,65	1,84	2,02	2,20	2,36	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96	2,11
85	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,45	1,35	1,54	1,71	1,88	2,04	2,19

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I												
Tabelul 16. (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27
95	1,60	1,83	2,05	2,25	2,44	2,63	1,44	1,64	1,83	2,01	2,18	2,35
100	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72	1,48	1,69	1,89	2,07	2,25	2,42
110	1,75	2,00	2,24	2,46	2,68	2,89	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	2,57
120	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72
130	1,93	2,22	2,48	2,74	2,98	3,22	1,73	1,98	2,22	2,44	2,66	2,86
140	2,02	2,32	2,60	2,87	3,13	3,38	1,81	2,07	2,32	2,56	2,78	3,00
150	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53	1,89	2,16	2,42	2,67	2,91	3,14
160	2,20	2,52	2,83	3,13	3,41	3,69	1,96	2,25	2,52	2,78	3,03	3,27
170	2,28	2,62	2,95	3,25	3,55	3,84	2,04	2,34	2,62	2,89	3,15	3,40
180	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53
190	2,44	2,81	3,16	3,50	3,82	4,13	2,18	2,51	2,81	3,11	3,39	3,66
200	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27	2,25	2,59	2,91	3,21	3,50	3,79
220	2,68	3,09	3,48	3,85	4,21	4,56	2,39	2,75	3,09	3,42	3,73	4,03
240	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27
260	2,98	3,45	3,89	4,31	4,71	5,11	2,66	3,06	3,45	3,81	4,17	4,51
280	3,13	3,62	4,08	4,53	4,96	5,37	2,78	3,21	3,62	4,01	4,38	4,74
300	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64	2,91	3,36	3,79	4,19	4,59	4,97
320	3,41	3,95	4,46	4,96	5,43	5,90	3,03	3,50	3,95	4,38	4,79	5,20
340	3,55	4,11	4,65	5,17	5,67	6,15	3,15	3,65	4,11	4,56	5,00	5,42
360	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64
380	3,82	4,43	5,02	5,58	6,12	6,65	3,39	3,92	4,43	4,92	5,39	5,85
400	3,95	4,59	5,20	5,78	6,35	6,90	3,50	4,06	4,59	5,10	5,59	6,07
425	4,11	4,78	5,42	6,03	6,63	7,21	3,65	4,23	4,78	5,31	5,83	6,33
450	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51	3,79	4,39	4,97	5,53	6,07	6,59
475	4,43	5,16	5,85	6,52	7,17	7,81	3,92	4,56	5,16	5,74	6,30	6,85
500	4,59	5,35	6,07	6,76	7,44	8,10	4,06	4,72	5,35	5,95	6,53	7,11
525	4,74	5,53	6,28	7,00	7,71	8,39	4,19	4,88	5,53	6,16	6,76	7,36
550	4,90	5,71	6,49	7,24	7,97	8,68	4,33	5,03	5,71	6,36	6,99	7,61
575	5,05	5,89	6,70	7,47	8,23	8,97	4,46	5,19	5,89	6,56	7,22	7,86
600	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26	4,59	5,35	6,07	6,76	7,44	8,10
650	5,49	6,42	7,31	8,17	9,00	9,82	4,85	5,65	6,42	7,16	7,88	8,59
700	5,78	6,76	7,71	8,62	9,51	10,38	5,10	5,95	6,76	7,55	8,32	9,07
750	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93	5,35	6,24	7,11	7,94	8,75	9,54
800	6,35	7,44	8,49	9,51	10,50	11,47	5,59	6,53	7,44	8,32	9,17	10,01
850	6,63	7,77	8,88	9,95	10,99	12,01	5,83	6,82	7,77	8,70	9,59	10,47
900	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93
950	7,17	8,43	9,63	10,81	11,95	13,07	6,30	7,39	8,43	9,44	10,42	11,38
1000	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60	6,53	7,66	8,75	9,80	10,83	11,83
1100	7,97	9,38	10,75	12,07	13,37	14,64	6,99	8,21	9,38	10,52	11,63	12,72
1200	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60
1300	9,00	10,62	12,19	13,71	15,21	16,67	7,88	9,28	10,62	11,93	13,21	14,46
1400	9,51	11,23	12,90	14,52	16,11	17,67	8,32	9,80	11,23	12,62	13,98	15,32
1500	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67	8,75	10,32	11,83	13,31	14,75	16,17
1600	10,50	12,43	14,29	16,11	17,90	19,65	9,17	10,83	12,43	13,98	15,51	17,01
1700	10,99	13,02	14,98	16,90	18,78	20,63	9,59	11,33	13,02	14,66	16,26	17,84
1800	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67
1900	11,95	14,18	16,34	18,45	20,52	22,56	10,42	12,33	14,18	15,98	17,75	19,49
2000	12,43	14,75	17,01	19,21	21,38	23,51	10,83	12,82	14,75	16,64	18,48	20,30
2500	14,75	17,56	20,30	22,98	25,62	28,22	12,82	15,23	17,56	19,85	22,09	24,31
3000	17,01	20,30	23,51	26,66	29,76	32,82	14,75	17,56	20,30	22,98	25,62	28,22
3500	19,21	22,98	26,66	30,28	33,83	37,35	16,64	19,85	22,98	26,05	29,08	32,06
4000	21,38	25,62	29,76	33,83	37,85	41,82	18,48	22,09	25,62	29,08	32,48	35,85
5000	25,62	30,79	35,85	40,83	45,75	50,61	22,09	26,49	30,79	35,01	39,18	43,30

Anexa I

Tabelul 17. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $q_{sa} = 0,64 \text{ l/s.ap}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
1,5	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21
1,7	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
2,0	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
2,5	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
3,0	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,30
3,5	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,22	0,23	0,27	0,29	0,31	0,33
4	0,25	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,23	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
5	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,26	0,28	0,32	0,35	0,37	0,40
6	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,29	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44
7	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48
8	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,33	0,35	0,41	0,45	0,48	0,51
9	0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,60	0,35	0,37	0,44	0,48	0,51	0,55
10	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,64	0,37	0,39	0,46	0,51	0,54	0,58
12	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71	0,41	0,43	0,51	0,56	0,60	0,64
14	0,49	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,45	0,47	0,56	0,61	0,65	0,70
16	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83	0,48	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75
18	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89	0,51	0,53	0,64	0,70	0,75	0,80
20	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,94	0,54	0,56	0,68	0,74	0,79	0,85
25	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07	0,61	0,62	0,77	0,84	0,90	0,96
30	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	1,19	0,68	0,68	0,85	0,93	1,00	1,07
35	0,82	0,93	1,03	1,12	1,21	1,30	0,74	0,74	0,93	1,01	1,09	1,17
40	0,88	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40	0,79	0,79	1,00	1,09	1,18	1,26
45	0,94	1,07	1,19	1,30	1,40	1,50	0,85	0,84	1,07	1,17	1,26	1,35
50	1,00	1,13	1,26	1,38	1,49	1,60	0,90	0,88	1,13	1,24	1,34	1,44
55	1,05	1,20	1,33	1,46	1,58	1,69	0,95	0,92	1,20	1,31	1,42	1,52
60	1,11	1,26	1,40	1,54	1,66	1,79	1,00	0,97	1,26	1,38	1,49	1,60
65	1,16	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	1,04	1,01	1,32	1,45	1,56	1,68
70	1,21	1,38	1,54	1,68	1,82	1,96	1,09	1,04	1,38	1,51	1,64	1,75
75	1,26	1,44	1,60	1,75	1,90	2,04	1,13	1,08	1,44	1,57	1,70	1,83
80	1,31	1,49	1,66	1,82	1,96	2,13	1,18	1,12	1,49	1,64	1,77	1,90
85	1,36	1,55	1,72	1,89	2,05	2,21	1,22	1,15	1,55	1,70	1,84	1,97

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 17. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,40	1,60	1,79	1,96	2,13	2,29	1,26	1,18	1,60	1,75	1,90	2,04
95	1,45	1,65	1,84	2,03	2,20	2,37	1,30	1,22	1,65	1,81	1,97	2,11
100	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	2,44	1,34	1,25	1,70	1,87	2,03	2,18
110	1,58	1,80	2,02	2,22	2,41	2,59	1,42	1,31	1,80	1,98	2,15	2,31
120	1,66	1,90	2,13	2,34	2,54	2,74	1,49	1,37	1,90	2,09	2,27	2,44
130	1,74	2,00	2,24	2,46	2,68	2,88	1,56	1,42	2,00	2,20	2,39	2,57
140	1,82	2,09	2,34	2,58	2,81	3,02	1,64	1,48	2,09	2,30	2,50	2,69
150	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	3,16	1,70	1,53	2,18	2,40	2,61	2,81
160	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30	1,77	1,58	2,27	2,50	2,72	2,93
170	2,05	2,36	2,64	2,92	3,18	3,43	1,84	1,63	2,36	2,60	2,83	3,05
180	2,13	2,44	2,74	3,02	3,30	3,56	1,90	1,67	2,44	2,69	2,93	3,16
190	2,20	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	1,97	1,72	2,53	2,79	3,04	3,28
200	2,27	2,61	2,93	3,24	3,53	3,82	2,03	1,76	2,61	2,88	3,14	3,39
220	2,41	2,77	3,12	3,44	3,76	4,07	2,15	1,85	2,77	3,06	3,34	3,60
240	2,54	2,93	3,30	3,65	3,98	4,31	2,27	1,93	2,93	3,24	3,53	3,82
260	2,68	3,09	3,47	3,84	4,20	4,55	2,39	2,01	3,09	3,41	3,72	4,03
280	2,81	3,24	3,65	4,04	4,42	4,78	2,50	2,09	3,24	3,58	3,91	4,23
300	2,93	3,39	3,82	4,23	4,63	5,01	2,61	2,16	3,39	3,75	4,09	4,43
320	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24	2,72	2,23	3,53	3,91	4,27	4,63
340	3,18	3,68	4,15	4,60	5,04	5,47	2,83	2,30	3,68	4,07	4,45	4,82
360	3,30	3,82	4,31	4,78	5,24	5,69	2,93	2,37	3,82	4,23	4,63	5,01
380	3,42	3,96	4,47	4,96	5,44	5,90	3,04	2,43	3,96	4,39	4,80	5,20
400	3,53	4,09	4,63	5,14	5,64	6,12	3,14	2,50	4,09	4,54	4,97	5,39
425	3,68	4,26	4,82	5,36	5,86	6,39	3,26	2,57	4,26	4,73	5,18	5,62
450	3,82	4,43	5,01	5,58	6,12	6,65	3,39	2,65	4,43	4,92	5,39	5,85
475	3,96	4,60	5,20	5,79	6,36	6,91	3,51	2,72	4,60	5,10	5,60	6,08
500	4,09	4,76	5,39	6,00	6,59	7,17	3,63	2,79	4,76	5,29	5,80	6,30
525	4,23	4,92	5,58	6,21	6,82	7,42	3,75	2,86	4,92	5,47	6,00	6,52
550	4,36	5,08	5,76	6,42	7,05	7,68	3,86	2,93	5,08	5,65	6,20	6,74
575	4,50	5,24	5,94	6,62	7,28	7,93	3,98	2,99	5,24	5,83	6,40	6,95
600	4,63	5,39	6,12	6,82	7,51	8,18	4,09	3,06	5,39	6,00	6,59	7,17
650	4,89	5,70	6,48	7,23	7,95	8,67	4,32	3,18	5,70	6,35	6,98	7,59
700	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	9,15	4,54	3,30	6,00	6,69	7,36	8,01
750	5,39	6,30	7,17	8,01	8,83	9,63	4,76	3,42	6,30	7,03	7,73	8,42
800	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10	4,97	3,53	6,59	7,36	8,10	8,83
850	5,88	6,88	7,84	8,77	9,68	10,57	5,18	3,64	6,88	7,69	8,47	9,23
900	6,12	7,17	8,18	9,15	10,10	11,03	5,39	3,75	7,17	8,01	8,83	9,63
950	6,36	7,45	8,50	9,52	10,52	11,49	5,60	3,85	7,45	8,33	9,19	10,02
1000	6,59	7,73	8,83	9,89	10,93	11,94	5,80	3,95	7,73	8,65	9,54	10,41
1100	7,05	8,28	9,47	10,62	11,74	12,84	6,20	4,14	8,28	9,27	10,24	11,18
1200	7,51	8,83	10,10	11,34	12,55	13,73	6,59	4,33	8,83	9,89	10,93	11,94
1300	7,95	9,36	10,72	12,04	13,34	14,60	6,98	4,50	9,36	10,50	11,61	12,69
1400	8,39	9,89	11,34	12,74	14,12	15,47	7,36	4,67	9,89	11,10	12,28	13,44
1500	8,83	10,41	11,94	13,44	14,89	16,33	7,73	4,84	10,41	11,69	12,94	14,17
1600	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18	8,10	5,00	10,93	12,28	13,60	14,89
1700	9,68	11,44	13,14	14,80	16,42	18,02	8,47	5,15	11,44	12,86	14,25	15,61
1800	10,10	11,94	13,73	15,47	17,18	18,85	8,83	5,30	11,94	13,44	14,89	16,33
1900	10,52	12,45	14,31	16,14	17,92	19,68	9,19	5,45	12,45	14,01	15,53	17,03
2000	10,93	12,94	14,89	16,80	18,67	20,50	9,54	5,59	12,94	14,57	16,17	17,74
2500	12,94	15,37	17,74	20,05	22,32	24,55	11,27	6,25	15,37	17,35	19,28	21,19
3000	14,89	17,74	20,50	23,22	25,88	28,51	12,94	6,85	17,74	20,05	22,32	24,55
3500	16,80	20,05	23,22	26,32	29,33	32,39	14,57	7,40	20,05	22,69	25,29	27,85
4000	18,67	22,32	25,88	29,38	32,82	36,22	16,17	7,91	22,32	25,29	28,22	31,11
5000	22,32	26,76	31,11	35,38	39,59	43,76	19,28	8,85	26,76	30,39	33,96	37,49

Anexa I

Tabelul 18. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,74 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

Σn_{qs} [l/s]	$q_{cs} \text{ [l/s]}$											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18
1,5	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21
1,7	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
2,0	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
2,5	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27
3,0	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,21	0,22	0,25	0,27	0,28	0,30
3,5	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,32
4	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,24	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
5	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,27	0,28	0,32	0,35	0,37	0,39
6	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47	0,30	0,31	0,36	0,38	0,41	0,43
7	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52	0,32	0,34	0,39	0,41	0,44	0,47
8	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,35	0,36	0,41	0,45	0,47	0,50
9	0,41	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,37	0,38	0,44	0,47	0,51	0,53
10	0,43	0,47	0,52	0,55	0,59	0,63	0,39	0,40	0,47	0,50	0,53	0,57
12	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,69	0,43	0,44	0,52	0,55	0,59	0,63
14	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,75	0,47	0,48	0,56	0,60	0,64	0,68
16	0,55	0,61	0,67	0,72	0,76	0,81	0,50	0,51	0,60	0,65	0,69	0,73
18	0,59	0,65	0,71	0,76	0,82	0,87	0,53	0,54	0,64	0,69	0,74	0,78
20	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,92	0,57	0,57	0,68	0,73	0,78	0,83
25	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	1,04	0,64	0,64	0,77	0,83	0,89	0,94
30	0,78	0,87	0,95	1,02	1,09	1,16	0,71	0,70	0,85	0,92	0,98	1,04
35	0,85	0,95	1,03	1,11	1,19	1,27	0,77	0,75	0,93	1,00	1,07	1,14
40	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29	1,37	0,83	0,80	1,00	1,08	1,16	1,23
45	0,98	1,09	1,19	1,29	1,38	1,47	0,89	0,85	1,07	1,16	1,24	1,32
50	1,04	1,16	1,27	1,37	1,47	1,56	0,94	0,90	1,14	1,23	1,32	1,40
55	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	1,65	0,99	0,94	1,20	1,30	1,39	1,48
60	1,16	1,29	1,41	1,53	1,64	1,74	1,04	0,98	1,27	1,37	1,47	1,56
65	1,21	1,35	1,48	1,60	1,72	1,83	1,09	1,02	1,33	1,44	1,54	1,64
70	1,27	1,41	1,54	1,67	1,79	1,91	1,14	1,06	1,39	1,50	1,61	1,71
75	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	2,00	1,19	1,10	1,44	1,55	1,68	1,79
80	1,37	1,53	1,67	1,81	1,95	2,08	1,23	1,14	1,50	1,62	1,74	1,86
85	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	2,15	1,28	1,17	1,55	1,68	1,81	1,93

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 18. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,47	1,64	1,79	1,95	2,09	2,23	1,32	1,21	1,61	1,74	1,87	2,00
95	1,52	1,69	1,85	2,01	2,16	2,31	1,36	1,24	1,66	1,80	1,93	2,06
100	1,56	1,74	1,91	2,08	2,23	2,38	1,40	1,27	1,71	1,86	2,00	2,13
110	1,65	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,48	1,33	1,81	1,97	2,12	2,26
120	1,74	1,95	2,14	2,32	2,50	2,67	1,56	1,39	1,91	2,08	2,23	2,38
130	1,83	2,04	2,25	2,44	2,63	2,81	1,64	1,45	2,01	2,18	2,35	2,51
140	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76	2,95	1,71	1,50	2,10	2,28	2,46	2,63
150	2,00	2,23	2,46	2,67	2,88	3,08	1,79	1,56	2,19	2,38	2,57	2,74
160	2,08	2,32	2,56	2,78	3,00	3,21	1,86	1,61	2,28	2,48	2,67	2,86
170	2,15	2,41	2,66	2,89	3,12	3,34	1,93	1,66	2,37	2,58	2,78	2,97
180	2,23	2,50	2,76	3,00	3,24	3,47	2,00	1,71	2,46	2,67	2,88	3,08
190	2,31	2,59	2,85	3,11	3,36	3,59	2,06	1,75	2,54	2,77	2,98	3,19
200	2,38	2,67	2,95	3,21	3,47	3,72	2,13	1,80	2,63	2,86	3,08	3,30
220	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	3,96	2,26	1,89	2,79	3,04	3,28	3,51
240	2,67	3,00	3,32	3,62	3,91	4,20	2,38	1,97	2,95	3,21	3,47	3,72
260	2,81	3,16	3,49	3,82	4,13	4,43	2,51	2,05	3,10	3,38	3,66	3,92
280	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34	4,66	2,63	2,13	3,26	3,55	3,84	4,12
300	3,08	3,47	3,84	4,20	4,54	4,88	2,74	2,20	3,41	3,72	4,02	4,31
320	3,21	3,62	4,01	4,38	4,75	5,10	2,86	2,27	3,55	3,88	4,20	4,50
340	3,34	3,77	4,17	4,57	4,95	5,32	2,97	2,34	3,70	4,04	4,37	4,69
360	3,47	3,91	4,34	4,75	5,14	5,53	3,08	2,41	3,84	4,20	4,54	4,88
380	3,59	4,06	4,50	4,92	5,34	5,74	3,19	2,48	3,98	4,35	4,71	5,06
400	3,72	4,20	4,66	5,10	5,53	5,95	3,30	2,54	4,12	4,50	4,88	5,25
425	3,87	4,37	4,85	5,32	5,77	6,21	3,43	2,62	4,29	4,69	5,09	5,47
450	4,02	4,54	5,05	5,53	6,00	6,47	3,56	2,70	4,46	4,88	5,29	5,69
475	4,17	4,71	5,24	5,74	6,24	6,72	3,69	2,77	4,62	5,06	5,49	5,91
500	4,31	4,88	5,42	5,95	6,47	6,97	3,82	2,84	4,79	5,25	5,69	6,12
525	4,46	5,05	5,61	6,16	6,69	7,21	3,95	2,91	4,95	5,42	5,89	6,34
550	4,60	5,21	5,80	6,36	6,92	7,46	4,07	2,98	5,11	5,60	6,08	6,55
575	4,74	5,37	5,98	6,57	7,14	7,70	4,19	3,05	5,27	5,78	6,27	6,76
600	4,88	5,53	6,16	6,77	7,36	7,94	4,31	3,12	5,42	5,95	6,47	6,97
650	5,15	5,85	6,52	7,17	7,80	8,42	4,55	3,24	5,73	6,30	6,84	7,38
700	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23	8,89	4,79	3,37	6,04	6,63	7,21	7,78
750	5,69	6,47	7,21	7,94	8,65	9,35	5,02	3,48	6,34	6,97	7,58	8,18
800	5,95	6,77	7,56	8,32	9,07	9,81	5,25	3,60	6,63	7,30	7,94	8,57
850	6,21	7,07	7,89	8,70	9,49	10,26	5,47	3,71	6,93	7,62	8,30	8,96
900	6,47	7,36	8,23	9,07	9,90	10,71	5,69	3,82	7,21	7,94	8,65	9,35
950	6,72	7,65	8,56	9,44	10,30	11,15	5,91	3,92	7,50	8,26	9,00	9,73
1000	6,97	7,94	8,89	9,81	10,71	11,59	6,12	4,02	7,78	8,57	9,35	10,11
1100	7,46	8,51	9,53	10,53	11,50	12,46	6,55	4,22	8,34	9,20	10,03	10,85
1200	7,94	9,07	10,17	11,24	12,29	13,32	6,97	4,41	8,89	9,81	10,71	11,59
1300	8,42	9,62	10,80	11,94	13,06	14,16	7,38	4,59	9,43	10,41	11,37	12,31
1400	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82	15,00	7,78	4,76	9,96	11,00	12,03	13,03
1500	9,35	10,71	12,03	13,32	14,58	15,83	8,18	4,93	10,48	11,59	12,67	13,74
1600	9,81	11,24	12,63	13,99	15,33	16,65	8,57	5,09	11,00	12,17	13,32	14,44
1700	10,26	11,76	13,23	14,66	16,07	17,46	8,96	5,25	11,52	12,75	13,95	15,14
1800	10,71	12,29	13,82	15,33	16,81	18,27	9,35	5,40	12,03	13,32	14,58	15,83
1900	11,15	12,80	14,41	15,99	17,54	19,07	9,73	5,55	12,53	13,88	15,21	16,51
2000	11,59	13,32	15,00	16,65	18,27	19,86	10,11	5,70	13,03	14,44	15,83	17,19
2500	13,74	15,83	17,86	19,86	21,83	23,77	11,95	6,37	15,48	17,19	18,87	20,52
3000	15,83	18,27	20,65	23,00	25,31	27,59	13,74	6,98	17,86	19,86	21,83	23,77
3500	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72	31,34	15,48	7,54	20,19	22,48	24,73	26,96
4000	19,86	23,00	26,07	29,10	32,08	35,03	17,19	8,07	22,48	25,05	27,59	30,10
5000	3,77	27,59	31,34	35,03	38,68	42,30	20,52	9,02	26,96	30,10	33,19	36,25

Anexa I

Tabelul 19. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,47 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qc} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
C	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,5	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21
1,7	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,15	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22
2,0	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
2,5	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
3,0	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30
3,5	0,21	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32
4	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35
5	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39
6	0,28	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43
7	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,52	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47
8	0,33	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
9	0,35	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,32	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54
10	0,37	0,43	0,49	0,54	0,59	0,64	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
12	0,41	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,37	0,43	0,49	0,54	0,59	0,64
14	0,45	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,40	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69
16	0,48	0,56	0,64	0,70	0,77	0,83	0,43	0,51	0,57	0,64	0,69	0,75
18	0,51	0,60	0,68	0,75	0,82	0,89	0,46	0,54	0,61	0,68	0,74	0,80
20	0,54	0,64	0,72	0,80	0,87	0,94	0,49	0,57	0,65	0,72	0,79	0,85
25	0,61	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	0,55	0,65	0,74	0,82	0,89	0,97
30	0,68	0,80	0,91	1,01	1,11	1,20	0,61	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07
35	0,74	0,87	0,99	1,11	1,21	1,31	0,67	0,79	0,89	0,99	1,09	1,18
40	0,80	0,94	1,07	1,20	1,31	1,42	0,72	0,85	0,97	1,07	1,18	1,27
45	0,86	1,01	1,15	1,28	1,41	1,53	0,77	0,91	1,03	1,15	1,26	1,37
50	0,91	1,07	1,23	1,37	1,50	1,63	0,82	0,97	1,10	1,23	1,34	1,46
55	0,96	1,14	1,30	1,45	1,59	1,73	0,86	1,02	1,16	1,30	1,42	1,54
60	1,01	1,20	1,37	1,53	1,68	1,82	0,91	1,07	1,23	1,37	1,50	1,63
65	1,06	1,25	1,43	1,60	1,76	1,92	0,95	1,13	1,29	1,43	1,58	1,71
70	1,11	1,31	1,50	1,68	1,85	2,01	0,99	1,18	1,34	1,50	1,65	1,79
75	1,15	1,37	1,57	1,75	1,93	2,10	1,03	1,23	1,40	1,57	1,72	1,87
80	1,20	1,42	1,63	1,82	2,01	2,18	1,07	1,27	1,46	1,63	1,79	1,95
85	1,24	1,47	1,69	1,89	2,09	2,27	1,11	1,32	1,51	1,69	1,86	2,02

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 19. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,28	1,53	1,75	1,96	2,16	2,36	1,15	1,37	1,57	1,75	1,93	2,10
95	1,33	1,58	1,81	2,03	2,24	2,44	1,19	1,41	1,62	1,81	1,99	2,17
100	1,37	1,63	1,87	2,10	2,31	2,52	1,23	1,46	1,67	1,87	2,06	2,24
110	1,45	1,73	1,98	2,23	2,46	2,68	1,30	1,54	1,77	1,98	2,19	2,38
120	1,53	1,82	2,10	2,36	2,60	2,84	1,37	1,63	1,87	2,10	2,31	2,52
130	1,60	1,92	2,21	2,48	2,74	2,99	1,43	1,71	1,97	2,21	2,44	2,66
140	1,68	2,01	2,31	2,60	2,88	3,15	1,50	1,79	2,06	2,31	2,56	2,79
150	1,75	2,10	2,42	2,72	3,01	3,29	1,57	1,87	2,15	2,42	2,67	2,92
160	1,82	2,18	2,52	2,84	3,15	3,44	1,63	1,95	2,24	2,52	2,79	3,04
170	1,89	2,27	2,62	2,96	3,27	3,58	1,69	2,02	2,33	2,62	2,90	3,17
180	1,96	2,36	2,72	3,07	3,40	3,72	1,75	2,10	2,42	2,72	3,01	3,29
190	2,03	2,44	2,82	3,18	3,53	3,86	1,81	2,17	2,50	2,82	3,12	3,42
200	2,10	2,52	2,92	3,29	3,65	4,00	1,87	2,24	2,59	2,92	3,23	3,54
220	2,23	2,68	3,11	3,51	3,90	4,27	1,98	2,38	2,76	3,11	3,45	3,77
240	2,36	2,84	3,29	3,72	4,14	4,54	2,10	2,52	2,92	3,29	3,65	4,00
260	2,48	2,99	3,48	3,93	4,38	4,80	2,21	2,66	3,08	3,48	3,86	4,23
280	2,60	3,15	3,65	4,14	4,61	5,06	2,31	2,79	3,23	3,65	4,06	4,45
300	2,72	3,29	3,83	4,34	4,84	5,31	2,42	2,92	3,38	3,83	4,26	4,67
320	2,84	3,44	4,00	4,54	5,06	5,56	2,52	3,04	3,54	4,00	4,45	4,89
340	2,96	3,58	4,17	4,74	5,28	5,81	2,62	3,17	3,68	4,17	4,65	5,10
360	3,07	3,72	4,34	4,93	5,50	6,05	2,72	3,29	3,83	4,34	4,84	5,31
380	3,18	3,86	4,51	5,12	5,72	6,30	2,82	3,42	3,97	4,51	5,02	5,52
400	3,29	4,00	4,67	5,31	5,93	6,54	2,92	3,54	4,12	4,67	5,21	5,73
425	3,43	4,17	4,88	5,55	6,20	6,83	3,04	3,68	4,29	4,88	5,44	5,98
450	3,57	4,34	5,08	5,78	6,46	7,12	3,15	3,83	4,47	5,08	5,66	6,24
475	3,70	4,51	5,27	6,01	6,72	7,41	3,27	3,97	4,64	5,27	5,89	6,49
500	3,83	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70	3,38	4,12	4,81	5,47	6,11	6,73
525	3,96	4,84	5,66	6,46	7,23	7,99	3,50	4,26	4,98	5,66	6,33	6,98
550	4,09	5,00	5,86	6,68	7,49	8,27	3,61	4,40	5,14	5,86	6,55	7,22
575	4,22	5,16	6,05	6,90	7,74	8,55	3,72	4,54	5,31	6,05	6,76	7,46
600	4,34	5,31	6,24	7,12	7,99	8,83	3,83	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70
650	4,59	5,63	6,61	7,56	8,48	9,38	4,05	4,94	5,79	6,61	7,40	8,17
700	4,84	5,93	6,98	7,99	8,96	9,92	4,26	5,21	6,11	6,98	7,82	8,64
750	5,08	6,24	7,34	8,41	9,45	10,46	4,47	5,47	6,42	7,34	8,23	9,10
800	5,31	6,54	7,70	8,83	9,92	10,99	4,67	5,73	6,73	7,70	8,64	9,56
850	5,55	6,83	8,06	9,24	10,39	11,52	4,88	5,98	7,04	8,06	9,05	10,01
900	5,78	7,12	8,41	9,65	10,86	12,04	5,08	6,24	7,34	8,41	9,45	10,46
950	6,01	7,41	8,76	10,06	11,32	12,56	5,27	6,49	7,64	8,76	9,84	10,90
1000	6,24	7,70	9,10	10,46	11,78	13,08	5,47	6,73	7,94	9,10	10,24	11,34
1100	6,68	8,27	9,79	11,26	12,69	14,10	5,86	7,22	8,52	9,79	11,01	12,22
1200	7,12	8,83	10,46	12,04	13,59	15,11	6,24	7,70	9,10	10,46	11,78	13,08
1300	7,56	9,38	11,12	12,82	14,48	16,10	6,61	8,17	9,67	11,12	12,54	13,93
1400	7,99	9,92	11,78	13,59	15,36	17,09	6,98	8,64	10,24	11,78	13,29	14,77
1500	8,41	10,46	12,43	14,35	16,23	18,07	7,34	9,10	10,79	12,43	14,03	15,61
1600	8,83	10,99	13,08	15,11	17,09	19,04	7,70	9,56	11,34	13,08	14,77	16,43
1700	9,24	11,52	13,72	15,86	17,95	20,01	8,06	10,01	11,89	13,72	15,50	17,26
1800	9,65	12,04	14,35	16,60	18,80	20,97	8,41	10,46	12,43	14,35	16,23	18,07
1900	10,06	12,56	14,98	17,34	19,65	21,92	8,76	10,90	12,97	14,98	16,95	18,88
2000	10,46	13,08	15,61	18,07	20,49	22,87	9,10	11,34	13,50	15,61	17,66	19,69
2500	12,43	15,61	18,68	21,68	24,63	27,54	10,79	13,50	16,12	18,68	21,19	23,65
3000	14,35	18,07	21,68	25,22	28,69	32,12	12,43	15,61	18,68	21,68	24,63	27,54
3500	16,23	20,49	24,63	28,69	32,68	36,63	14,03	17,66	21,19	24,63	28,02	31,36
4000	18,07	22,87	27,54	32,12	36,63	41,09	15,61	19,69	23,65	27,54	31,36	35,13
5000	21,68	27,54	33,25	38,86	44,40	49,88	18,68	23,65	28,50	33,25	37,93	42,56

Anexa I

Tabelul 20. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,54 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,5	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21
1,7	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
2,0	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24
2,5	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
3,0	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
3,5	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32
4	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34
5	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39
6	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
7	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,52	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47
8	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50
9	0,38	0,43	0,47	0,52	0,56	0,59	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50	0,54
10	0,40	0,45	0,50	0,55	0,59	0,63	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
12	0,44	0,50	0,56	0,60	0,65	0,70	0,40	0,45	0,50	0,55	0,59	0,63
14	0,48	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,44	0,49	0,55	0,60	0,64	0,69
16	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74
18	0,56	0,63	0,70	0,76	0,82	0,88	0,50	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79
20	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,53	0,60	0,67	0,73	0,78	0,84
25	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06	0,60	0,68	0,76	0,83	0,89	0,95
30	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06
35	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	1,29	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16
40	0,87	0,99	1,10	1,21	1,31	1,40	0,78	0,89	0,99	1,08	1,17	1,26
45	0,93	1,06	1,18	1,29	1,40	1,51	0,84	0,95	1,06	1,16	1,26	1,35
50	0,99	1,13	1,26	1,38	1,50	1,61	0,89	1,01	1,13	1,24	1,34	1,44
55	1,05	1,19	1,33	1,46	1,59	1,70	0,94	1,07	1,19	1,31	1,42	1,52
60	1,10	1,26	1,40	1,54	1,67	1,80	0,99	1,13	1,26	1,38	1,50	1,61
65	1,16	1,32	1,47	1,62	1,76	1,89	1,04	1,18	1,32	1,45	1,57	1,69
70	1,21	1,38	1,54	1,69	1,84	1,98	1,08	1,24	1,38	1,51	1,64	1,77
75	1,26	1,44	1,61	1,77	1,92	2,07	1,13	1,29	1,44	1,58	1,72	1,85
80	1,31	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	1,17	1,34	1,50	1,64	1,79	1,92
85	1,36	1,55	1,74	1,91	2,08	2,24	1,22	1,39	1,55	1,71	1,85	2,00

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 20. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,40	1,61	1,80	1,98	2,16	2,32	1,26	1,44	1,61	1,77	1,92	2,07
95	1,45	1,66	1,86	2,05	2,23	2,41	1,30	1,49	1,66	1,83	1,99	2,14
100	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49	1,34	1,53	1,72	1,89	2,05	2,21
110	1,59	1,82	2,04	2,25	2,45	2,65	1,42	1,63	1,82	2,00	2,18	2,35
120	1,67	1,92	2,16	2,38	2,59	2,80	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49
130	1,76	2,02	2,27	2,50	2,73	2,95	1,57	1,80	2,02	2,23	2,43	2,62
140	1,84	2,12	2,38	2,63	2,87	3,10	1,64	1,89	2,12	2,34	2,55	2,75
150	1,92	2,21	2,49	2,75	3,00	3,25	1,72	1,97	2,21	2,44	2,66	2,88
160	2,00	2,31	2,59	2,87	3,13	3,39	1,79	2,05	2,31	2,55	2,78	3,00
170	2,08	2,40	2,70	2,99	3,26	3,53	1,85	2,13	2,40	2,65	2,89	3,13
180	2,16	2,49	2,80	3,10	3,39	3,67	1,92	2,21	2,49	2,75	3,00	3,25
190	2,23	2,58	2,90	3,22	3,52	3,81	1,99	2,29	2,58	2,85	3,11	3,37
200	2,31	2,66	3,00	3,33	3,64	3,95	2,05	2,37	2,66	2,95	3,22	3,49
220	2,45	2,83	3,20	3,55	3,89	4,21	2,18	2,52	2,83	3,14	3,43	3,72
240	2,59	3,00	3,39	3,76	4,12	4,47	2,31	2,66	3,00	3,33	3,64	3,95
260	2,73	3,17	3,58	3,98	4,36	4,73	2,43	2,81	3,17	3,51	3,84	4,17
280	2,87	3,33	3,76	4,18	4,59	4,99	2,55	2,95	3,33	3,69	4,05	4,39
300	3,00	3,49	3,95	4,39	4,82	5,23	2,66	3,08	3,49	3,87	4,24	4,60
320	3,13	3,64	4,12	4,59	5,04	5,48	2,78	3,22	3,64	4,05	4,44	4,82
340	3,26	3,79	4,30	4,79	5,26	5,72	2,89	3,35	3,79	4,22	4,63	5,03
360	3,39	3,95	4,47	4,99	5,48	5,96	3,00	3,49	3,95	4,39	4,82	5,23
380	3,52	4,09	4,65	5,18	5,70	6,20	3,11	3,62	4,09	4,56	5,00	5,44
400	3,64	4,24	4,82	5,37	5,91	6,44	3,22	3,74	4,24	4,72	5,19	5,64
425	3,79	4,42	5,03	5,61	6,17	6,73	3,35	3,90	4,42	4,93	5,42	5,89
450	3,95	4,60	5,23	5,84	6,44	7,01	3,49	4,06	4,60	5,13	5,64	6,14
475	4,09	4,78	5,44	6,08	6,69	7,30	3,62	4,21	4,78	5,33	5,87	6,39
500	4,24	4,96	5,64	6,31	6,95	7,58	3,74	4,36	4,96	5,53	6,09	6,63
525	4,39	5,13	5,84	6,53	7,20	7,86	3,87	4,51	5,13	5,73	6,31	6,87
550	4,53	5,30	6,04	6,76	7,46	8,14	4,00	4,66	5,30	5,92	6,52	7,11
575	4,68	5,47	6,24	6,98	7,71	8,41	4,12	4,81	5,47	6,11	6,74	7,35
600	4,82	5,64	6,44	7,20	7,95	8,69	4,24	4,96	5,64	6,31	6,95	7,58
650	5,10	5,98	6,82	7,64	8,44	9,23	4,48	5,25	5,98	6,68	7,37	8,05
700	5,37	6,31	7,20	8,08	8,93	9,76	4,72	5,53	6,31	7,06	7,79	8,51
750	5,64	6,63	7,58	8,51	9,41	10,29	4,96	5,81	6,63	7,43	8,20	8,96
800	5,91	6,95	7,95	8,93	9,88	10,82	5,19	6,09	6,95	7,79	8,61	9,41
850	6,17	7,27	8,32	9,35	10,35	11,33	5,42	6,36	7,27	8,15	9,01	9,85
900	6,44	7,58	8,69	9,76	10,82	11,85	5,64	6,63	7,58	8,51	9,41	10,29
950	6,69	7,89	9,05	10,17	11,28	12,36	5,87	6,90	7,89	8,86	9,80	10,73
1000	6,95	8,20	9,41	10,58	11,73	12,86	6,09	7,16	8,20	9,21	10,19	11,16
1100	7,46	8,81	10,12	11,39	12,64	13,87	6,52	7,69	8,81	9,90	10,97	12,02
1200	7,95	9,41	10,82	12,19	13,53	14,86	6,95	8,20	9,41	10,58	11,73	12,86
1300	8,44	10,00	11,51	12,98	14,42	15,83	7,37	8,71	10,00	11,26	12,49	13,70
1400	8,93	10,58	12,19	13,75	15,29	16,80	7,79	9,21	10,58	11,92	13,24	14,53
1500	9,41	11,16	12,86	14,53	16,16	17,77	8,20	9,70	11,16	12,58	13,98	15,35
1600	9,88	11,73	13,53	15,29	17,02	18,72	8,61	10,19	11,73	13,24	14,71	16,16
1700	10,35	12,30	14,20	16,05	17,87	19,67	9,01	10,68	12,30	13,88	15,44	16,97
1800	10,82	12,86	14,86	16,80	18,72	20,61	9,41	11,16	12,86	14,53	16,16	17,77
1900	11,28	13,42	15,51	17,55	19,56	21,54	9,80	11,64	13,42	15,16	16,88	18,56
2000	11,73	13,98	16,16	18,30	20,40	22,47	10,19	12,11	13,98	15,80	17,59	19,35
2500	13,98	16,70	19,35	21,96	24,52	27,06	12,11	14,44	16,70	18,91	21,09	23,24
3000	16,16	19,35	22,47	25,54	28,56	31,55	13,98	16,70	19,35	21,96	24,52	27,06
3500	18,30	21,96	25,54	29,06	32,54	35,97	15,80	18,91	21,96	24,95	27,89	30,80
4000	20,40	24,52	28,56	32,54	36,46	40,35	17,59	21,09	24,52	27,89	31,22	34,51
5000	24,52	29,56	34,51	39,38	44,20	48,97	21,09	25,37	29,56	33,69	37,76	41,79

Anexa I

Tabelul 21. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,64 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2.054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,5	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
1,7	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
2,0	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
2,5	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,16	0,17	0,20	0,22	0,23	0,25
3,0	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27
3,5	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28	0,29
4	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,21	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32
5	0,25	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,23	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
6	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,25	0,27	0,32	0,34	0,37	0,39
7	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,28	0,29	0,34	0,37	0,40	0,43
8	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47	0,51	0,30	0,31	0,37	0,40	0,43	0,46
9	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,32	0,33	0,39	0,43	0,46	0,49
10	0,37	0,41	0,46	0,50	0,54	0,57	0,33	0,35	0,41	0,45	0,48	0,52
12	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,37	0,38	0,46	0,50	0,54	0,57
14	0,44	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,40	0,41	0,50	0,54	0,58	0,62
16	0,47	0,54	0,59	0,65	0,70	0,74	0,43	0,44	0,54	0,58	0,63	0,67
18	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,80	0,46	0,47	0,57	0,62	0,67	0,72
20	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,84	0,48	0,49	0,61	0,66	0,71	0,76
25	0,61	0,69	0,76	0,83	0,90	0,96	0,55	0,55	0,69	0,75	0,81	0,86
30	0,67	0,76	0,84	0,92	1,00	1,07	0,61	0,60	0,76	0,83	0,90	0,96
35	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,17	0,66	0,65	0,83	0,91	0,98	1,05
40	0,79	0,90	1,00	1,09	1,18	1,27	0,71	0,70	0,90	0,98	1,06	1,14
45	0,84	0,96	1,07	1,17	1,27	1,36	0,76	0,74	0,96	1,05	1,14	1,22
50	0,90	1,02	1,14	1,25	1,35	1,45	0,81	0,78	1,02	1,12	1,21	1,30
55	0,95	1,08	1,20	1,32	1,43	1,54	0,85	0,82	1,08	1,18	1,28	1,37
60	1,00	1,14	1,27	1,39	1,51	1,62	0,90	0,85	1,14	1,25	1,35	1,45
65	1,05	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	0,94	0,89	1,19	1,31	1,42	1,52
70	1,09	1,25	1,39	1,53	1,66	1,78	0,98	0,92	1,25	1,37	1,48	1,59
75	1,14	1,30	1,45	1,59	1,73	1,86	1,02	0,95	1,30	1,42	1,54	1,66
80	1,18	1,35	1,51	1,66	1,80	1,94	1,06	0,99	1,35	1,48	1,61	1,73
85	1,22	1,40	1,56	1,72	1,87	2,01	1,10	1,02	1,40	1,54	1,67	1,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 21. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,27	1,45	1,62	1,78	1,94	2,09	1,14	1,04	1,45	1,59	1,73	1,86
95	1,31	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	1,17	1,07	1,50	1,65	1,79	1,92
100	1,35	1,54	1,73	1,90	2,07	2,23	1,21	1,10	1,54	1,70	1,85	1,99
110	1,43	1,64	1,83	2,02	2,20	2,37	1,28	1,16	1,64	1,80	1,96	2,11
120	1,51	1,73	1,94	2,13	2,32	2,51	1,35	1,21	1,73	1,90	2,07	2,23
130	1,58	1,82	2,04	2,25	2,45	2,64	1,42	1,26	1,82	2,00	2,18	2,35
140	1,66	1,90	2,13	2,35	2,57	2,77	1,48	1,30	1,90	2,10	2,28	2,46
150	1,73	1,99	2,23	2,46	2,69	2,90	1,54	1,35	1,99	2,19	2,39	2,57
160	1,80	2,07	2,32	2,57	2,80	3,03	1,61	1,39	2,07	2,28	2,49	2,69
170	1,87	2,15	2,42	2,67	2,91	3,15	1,67	1,44	2,15	2,37	2,59	2,79
180	1,94	2,23	2,51	2,77	3,03	3,27	1,73	1,48	2,23	2,46	2,69	2,90
190	2,00	2,31	2,60	2,87	3,14	3,40	1,79	1,52	2,31	2,55	2,78	3,01
200	2,07	2,39	2,69	2,97	3,25	3,51	1,85	1,56	2,39	2,64	2,88	3,11
220	2,20	2,54	2,86	3,17	3,46	3,75	1,96	1,63	2,54	2,81	3,06	3,31
240	2,32	2,69	3,03	3,36	3,67	3,98	2,07	1,71	2,69	2,97	3,25	3,51
260	2,45	2,83	3,19	3,54	3,88	4,20	2,18	1,78	2,83	3,13	3,43	3,71
280	2,57	2,97	3,36	3,72	4,08	4,43	2,28	1,84	2,97	3,29	3,60	3,90
300	2,69	3,11	3,51	3,90	4,28	4,64	2,39	1,91	3,11	3,45	3,78	4,09
320	2,80	3,25	3,67	4,08	4,47	4,86	2,49	1,97	3,25	3,60	3,95	4,28
340	2,91	3,38	3,83	4,25	4,67	5,07	2,59	2,03	3,38	3,75	4,11	4,46
360	3,03	3,51	3,98	4,43	4,86	5,28	2,69	2,09	3,51	3,90	4,28	4,64
380	3,14	3,65	4,13	4,60	5,05	5,49	2,78	2,15	3,65	4,05	4,44	4,82
400	3,25	3,78	4,28	4,76	5,23	5,69	2,88	2,20	3,78	4,20	4,60	5,00
425	3,38	3,93	4,46	4,97	5,47	5,95	2,99	2,27	3,93	4,38	4,80	5,22
450	3,51	4,09	4,64	5,18	5,69	6,20	3,11	2,34	4,09	4,55	5,00	5,44
475	3,65	4,25	4,82	5,38	5,92	6,45	3,22	2,40	4,25	4,73	5,20	5,65
500	3,78	4,40	5,00	5,58	6,14	6,69	3,34	2,47	4,40	4,90	5,39	5,86
525	3,90	4,55	5,18	5,78	6,36	6,93	3,45	2,53	4,55	5,07	5,58	6,07
550	4,03	4,70	5,35	5,97	6,58	7,18	3,56	2,59	4,70	5,24	5,77	6,28
575	4,15	4,85	5,52	6,17	6,80	7,41	3,67	2,64	4,85	5,41	5,96	6,49
600	4,28	5,00	5,69	6,36	7,01	7,65	3,78	2,70	5,00	5,58	6,14	6,69
650	4,52	5,29	6,03	6,75	7,44	8,12	3,99	2,81	5,29	5,91	6,51	7,10
700	4,76	5,58	6,36	7,12	7,86	8,59	4,20	2,92	5,58	6,23	6,87	7,49
750	5,00	5,86	6,69	7,49	8,28	9,04	4,40	3,02	5,86	6,55	7,23	7,89
800	5,23	6,14	7,01	7,86	8,69	9,50	4,60	3,12	6,14	6,87	7,58	8,28
850	5,47	6,42	7,34	8,23	9,09	9,95	4,80	3,22	6,42	7,18	7,93	8,66
900	5,69	6,69	7,65	8,59	9,50	10,39	5,00	3,31	6,69	7,49	8,28	9,04
950	5,92	6,96	7,97	8,94	9,90	10,83	5,20	3,40	6,96	7,80	8,62	9,42
1000	6,14	7,23	8,28	9,30	10,29	11,27	5,39	3,49	7,23	8,10	8,96	9,80
1100	6,58	7,76	8,89	10,00	11,07	12,13	5,77	3,66	7,76	8,70	9,63	10,54
1200	7,01	8,28	9,50	10,68	11,85	12,99	6,14	3,82	8,28	9,30	10,29	11,27
1300	7,44	8,79	10,09	11,37	12,61	13,83	6,51	3,98	8,79	9,88	10,95	11,99
1400	7,86	9,30	10,68	12,04	13,37	14,67	6,87	4,13	9,30	10,46	11,59	12,71
1500	8,28	9,80	11,27	12,71	14,11	15,50	7,23	4,27	9,80	11,03	12,23	13,41
1600	8,69	10,29	11,85	13,37	14,86	16,32	7,58	4,42	10,29	11,59	12,86	14,11
1700	9,09	10,78	12,42	14,02	15,59	17,14	7,93	4,55	10,78	12,15	13,49	14,81
1800	9,50	11,27	12,99	14,67	16,32	17,95	8,28	4,68	11,27	12,71	14,11	15,50
1900	9,90	11,75	13,55	15,32	17,05	18,75	8,62	4,81	11,75	13,26	14,73	16,18
2000	10,29	12,23	14,11	15,96	17,77	19,55	8,96	4,94	12,23	13,80	15,35	16,87
2500	12,23	14,58	16,87	19,11	21,31	23,48	10,62	5,52	14,58	16,49	18,36	20,21
3000	14,11	16,87	19,55	22,18	24,78	27,34	12,23	6,05	16,87	19,11	21,31	23,48
3500	15,96	19,11	22,18	25,21	28,19	31,13	13,80	6,54	19,11	21,67	24,20	26,70
4000	17,77	21,31	24,78	28,19	31,55	34,87	15,35	6,99	21,31	24,20	27,06	29,87
5000	21,31	25,63	29,87	34,05	38,17	42,25	18,36	7,82	25,63	29,17	32,66	36,11

Anexa I

Tabelul 22. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
 $q_{sa} = 0,74 \text{ l/s.ap.}$; $n_{oz} = 19 \text{ ore/zi}$ și $\gamma = 2,054$ corespunzător unui grad de asigurare de 98%

Σn_{qs} [l/s]	q_{cs} [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	Ns pers/ap.						Ns pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
1,5	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,7	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
2,0	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21
2,5	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,26	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
3,0	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,18	0,19	0,22	0,24	0,25	0,26
3,5	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,20	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29
4	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,21	0,22	0,26	0,27	0,29	0,31
5	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,24	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
6	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,26	0,27	0,32	0,34	0,36	0,38
7	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,29	0,30	0,34	0,37	0,39	0,42
8	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,31	0,32	0,37	0,40	0,42	0,45
9	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,33	0,34	0,39	0,42	0,45	0,48
10	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,35	0,35	0,42	0,45	0,48	0,51
12	0,42	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62	0,38	0,39	0,46	0,49	0,53	0,56
14	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,67	0,42	0,42	0,50	0,54	0,57	0,61
16	0,49	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,45	0,45	0,54	0,58	0,62	0,66
18	0,53	0,58	0,64	0,69	0,73	0,78	0,48	0,48	0,57	0,62	0,66	0,70
20	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,51	0,50	0,61	0,66	0,70	0,74
25	0,63	0,70	0,77	0,83	0,88	0,94	0,57	0,56	0,69	0,74	0,80	0,85
30	0,70	0,78	0,85	0,92	0,98	1,04	0,63	0,61	0,77	0,83	0,88	0,94
35	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07	1,14	0,69	0,66	0,84	0,90	0,97	1,03
40	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16	1,24	0,74	0,71	0,90	0,97	1,04	1,11
45	0,88	0,98	1,07	1,16	1,25	1,33	0,80	0,75	0,97	1,04	1,12	1,19
50	0,94	1,04	1,14	1,24	1,33	1,41	0,85	0,79	1,03	1,11	1,19	1,27
55	0,99	1,10	1,21	1,31	1,41	1,50	0,89	0,83	1,09	1,17	1,26	1,34
60	1,04	1,16	1,27	1,38	1,48	1,58	0,94	0,87	1,14	1,24	1,33	1,41
65	1,09	1,22	1,34	1,45	1,56	1,66	0,98	0,90	1,20	1,30	1,39	1,48
70	1,14	1,27	1,40	1,52	1,63	1,74	1,03	0,94	1,25	1,36	1,46	1,55
75	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	1,81	1,07	0,97	1,31	1,41	1,52	1,62
80	1,24	1,38	1,52	1,64	1,77	1,89	1,11	1,00	1,36	1,47	1,58	1,69
85	1,28	1,43	1,57	1,71	1,84	1,96	1,15	1,03	1,41	1,53	1,64	1,75

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 22. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,33	1,48	1,63	1,77	1,90	2,03	1,19	1,06	1,46	1,58	1,70	1,81
95	1,37	1,53	1,68	1,83	1,97	2,10	1,23	1,09	1,51	1,63	1,76	1,88
100	1,41	1,58	1,74	1,89	2,03	2,17	1,27	1,12	1,55	1,69	1,81	1,94
110	1,50	1,68	1,84	2,00	2,16	2,31	1,34	1,18	1,65	1,79	1,93	2,06
120	1,58	1,77	1,95	2,12	2,28	2,44	1,41	1,23	1,74	1,89	2,03	2,17
130	1,66	1,86	2,05	2,23	2,40	2,57	1,48	1,28	1,83	1,99	2,14	2,29
140	1,74	1,95	2,15	2,34	2,52	2,70	1,55	1,33	1,91	2,08	2,24	2,40
150	1,81	2,03	2,24	2,44	2,64	2,83	1,62	1,37	2,00	2,17	2,34	2,51
160	1,89	2,12	2,34	2,55	2,75	2,95	1,69	1,42	2,08	2,27	2,44	2,62
170	1,96	2,20	2,43	2,65	2,86	3,07	1,75	1,46	2,16	2,36	2,54	2,72
180	2,03	2,28	2,52	2,75	2,97	3,19	1,81	1,51	2,24	2,44	2,64	2,83
190	2,10	2,36	2,61	2,85	3,08	3,31	1,88	1,55	2,32	2,53	2,73	2,93
200	2,17	2,44	2,70	2,95	3,19	3,42	1,94	1,59	2,40	2,62	2,83	3,03
220	2,31	2,60	2,88	3,14	3,40	3,65	2,06	1,67	2,55	2,78	3,01	3,23
240	2,44	2,75	3,05	3,33	3,60	3,87	2,17	1,74	2,70	2,95	3,19	3,42
260	2,57	2,90	3,21	3,51	3,81	4,09	2,29	1,81	2,85	3,11	3,36	3,61
280	2,70	3,05	3,38	3,69	4,00	4,31	2,40	1,88	2,99	3,27	3,54	3,80
300	2,83	3,19	3,54	3,87	4,20	4,52	2,51	1,95	3,13	3,42	3,71	3,98
320	2,95	3,33	3,69	4,05	4,39	4,73	2,62	2,01	3,27	3,57	3,87	4,16
340	3,07	3,47	3,85	4,22	4,58	4,93	2,72	2,07	3,40	3,72	4,04	4,34
360	3,19	3,60	4,00	4,39	4,77	5,13	2,83	2,13	3,54	3,87	4,20	4,52
380	3,31	3,74	4,16	4,56	4,95	5,33	2,93	2,19	3,67	4,02	4,36	4,69
400	3,42	3,87	4,31	4,73	5,13	5,53	3,03	2,25	3,80	4,16	4,52	4,86
425	3,56	4,04	4,49	4,93	5,36	5,78	3,15	2,32	3,96	4,34	4,71	5,08
450	3,71	4,20	4,67	5,13	5,58	6,02	3,28	2,38	4,12	4,52	4,91	5,28
475	3,84	4,36	4,85	5,33	5,80	6,26	3,40	2,45	4,27	4,69	5,10	5,49
500	3,98	4,52	5,03	5,53	6,02	6,50	3,52	2,51	4,43	4,86	5,28	5,70
525	4,12	4,67	5,21	5,73	6,24	6,73	3,64	2,57	4,58	5,03	5,47	5,90
550	4,25	4,83	5,38	5,92	6,45	6,97	3,75	2,63	4,73	5,20	5,66	6,10
575	4,39	4,98	5,56	6,12	6,66	7,20	3,87	2,69	4,88	5,37	5,84	6,30
600	4,52	5,13	5,73	6,31	6,88	7,43	3,98	2,75	5,03	5,53	6,02	6,50
650	4,78	5,43	6,07	6,69	7,29	7,88	4,21	2,86	5,33	5,86	6,38	6,89
700	5,03	5,73	6,40	7,06	7,70	8,33	4,43	2,97	5,62	6,18	6,73	7,28
750	5,28	6,02	6,73	7,43	8,11	8,78	4,65	3,08	5,90	6,50	7,08	7,66
800	5,53	6,31	7,06	7,79	8,51	9,21	4,86	3,18	6,18	6,81	7,43	8,03
850	5,78	6,59	7,38	8,15	8,91	9,65	5,08	3,28	6,46	7,12	7,77	8,41
900	6,02	6,88	7,70	8,51	9,30	10,08	5,28	3,37	6,73	7,43	8,11	8,78
950	6,26	7,15	8,02	8,86	9,69	10,50	5,49	3,46	7,01	7,73	8,44	9,14
1000	6,50	7,43	8,33	9,21	10,08	10,93	5,70	3,56	7,28	8,03	8,78	9,50
1100	6,97	7,97	8,95	9,91	10,84	11,76	6,10	3,73	7,81	8,63	9,43	10,22
1200	7,43	8,51	9,56	10,59	11,60	12,59	6,50	3,90	8,33	9,21	10,08	10,93
1300	7,88	9,04	10,16	11,26	12,34	13,41	6,89	4,05	8,85	9,79	10,72	11,63
1400	8,33	9,56	10,76	11,93	13,08	14,21	7,28	4,21	9,36	10,36	11,35	12,32
1500	8,78	10,08	11,35	12,59	13,81	15,01	7,66	4,36	9,86	10,93	11,97	13,00
1600	9,21	10,59	11,93	13,24	14,54	15,81	8,03	4,50	10,36	11,49	12,59	13,68
1700	9,65	11,10	12,51	13,89	15,25	16,60	8,41	4,64	10,86	12,04	13,20	14,35
1800	10,08	11,60	13,08	14,54	15,97	17,38	8,78	4,77	11,35	12,59	13,81	15,01
1900	10,50	12,10	13,65	15,17	16,67	18,15	9,14	4,91	11,83	13,14	14,42	15,68
2000	10,93	12,59	14,21	15,81	17,38	18,93	9,50	5,03	12,32	13,68	15,01	16,33
2500	13,00	15,01	16,99	18,93	20,84	22,72	11,28	5,63	14,68	16,33	17,96	19,57
3000	15,01	17,38	19,69	21,97	24,22	26,44	13,00	6,17	16,99	18,93	20,84	22,72
3500	16,99	19,69	22,35	24,96	27,55	30,10	14,68	6,67	19,25	21,47	23,66	25,83
4000	18,93	21,97	24,96	27,91	30,82	33,71	16,33	7,13	21,47	23,97	26,44	28,89
5000	22,72	26,44	30,10	33,71	37,28	40,82	19,57	7,97	25,83	28,89	31,91	34,90

Anexa II

Tabelul 1.1. Pierderile de sarcina liniară unitară „i”, pentru conductele din PVC 60 si100 cu D_e 20 - 50 mm, pentru apa rece PN = 6 bar - PVC 60 si PN = 10 bar - PVC 100

D _e 20 mm D _i 16,6 mm			D _e 25 mm D _i 21,2 mm			D _e 32 mm D _i 27,5 mm			D _e 40 mm D _i 35,2 mm			D _e 50 mm D _i 44,2 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,09	14	0,06	0,17	29	0,16	0,27	46	0,32	0,33	48	0,60	0,39	49
0,03	0,14	29	0,08	0,23	48	0,19	0,32	62	0,36	0,37	59	0,65	0,42	57
0,04	0,18	47	0,10	0,28	71	0,22	0,37	80	0,40	0,41	71	0,70	0,46	64
0,05	0,23	68	0,12	0,34	97	0,25	0,42	100	0,44	0,45	83	0,75	0,49	72
0,06	0,28	93	0,14	0,40	126	0,28	0,47	123	0,48	0,49	97	0,80	0,52	81
0,07	0,32	122	0,16	0,45	159	0,31	0,52	147	0,52	0,53	112	0,85	0,55	92
0,08	0,37	153	0,18	0,51	196	0,34	0,57	172	0,56	0,58	127	0,90	0,59	99
0,09	0,42	188	0,20	0,57	235	0,37	0,62	200	0,60	0,62	144	0,95	0,62	110
0,10	0,46	225	0,22	0,62	277	0,40	0,67	229	0,64	0,66	161	1,00	0,65	119
0,11	0,51	266	0,24	0,68	334	0,43	0,72	260	0,68	0,70	179	1,05	0,68	132
0,12	0,55	309	0,26	0,74	373	0,46	0,77	294	0,72	0,74	199	1,10	0,72	141
0,13	0,60	355	0,28	0,79	425	0,49	0,83	328	0,76	0,78	219	1,15	0,75	155
0,14	0,65	405	0,30	0,85	480	0,52	0,88	364	0,80	0,82	239	1,20	0,78	166
0,15	0,69	456	0,32	0,91	537	0,55	0,93	403	0,84	0,86	261	1,25	0,82	179
0,16	0,74	511	0,34	0,96	598	0,58	0,98	443	0,88	0,90	284	1,30	0,85	191
0,17	0,79	568	0,36	1,02	662	0,61	1,03	484	0,92	0,95	307	1,35	0,88	204
0,18	0,83	628	0,38	1,08	728	0,64	1,08	528	0,96	0,99	332	1,40	0,91	217
0,19	0,88	691	0,40	1,13	798	0,67	1,13	572	1,00	1,03	354	1,45	0,95	231
0,20	0,92	756	0,42	1,19	870	0,70	1,18	618	1,04	1,07	383	1,50	0,98	246
0,21	0,97	824	0,44	1,25	945	0,73	1,23	666	1,08	1,11	409	1,55	1,01	261
0,22	1,02	895	0,46	1,30	1023	0,76	1,28	717	1,12	1,15	436	1,60	1,04	276
0,23	1,06	968	0,48	1,35	1104	0,79	1,33	768	1,16	1,19	465	1,65	1,08	292
0,24	1,11	1044	0,50	1,42	1188	0,82	1,38	821	1,20	1,23	494	1,70	1,11	308
0,25	1,16	1122	0,52	1,47	1274	0,85	1,43	875	1,24	1,27	524	1,75	1,14	324
0,26	1,20	1203	0,54	1,53	1363	0,88	1,48	932	1,28	1,32	555	1,80	1,17	341
0,27	1,25	1286	0,56	1,59	1454	0,91	1,53	989	1,32	1,36	586	1,85	1,21	358
0,28	1,29	1372	0,58	1,64	1549	0,94	1,58	1049	1,36	1,40	618	1,90	1,24	376
0,29	1,34	1460	0,60	1,70	1650	0,97	1,63	1109	1,40	1,44	651	1,95	1,27	394
0,30	1,39	1552	0,62	1,76	1745	1,00	1,68	1172	1,44	1,48	685	2,00	1,30	412
0,31	1,43	1644	0,64	1,81	1848	1,03	1,74	1236	1,48	1,52	720	2,05	1,34	431
0,32	1,48	1740	0,66	1,87	1953	1,06	1,79	1302	1,52	1,56	755	2,10	1,37	451
0,33	1,53	1838	0,68	1,93	2061	1,09	1,84	1369	1,56	1,60	791	2,15	1,40	470
0,34	1,57	1939	0,70	1,98	2171	1,12	1,89	1437	1,60	1,64	828	2,20	1,43	489
0,35	1,62	2042	0,72	2,04	2284	1,15	1,94	1507	1,64	1,69	866	2,25	1,47	510
0,36	1,66	2147	0,74	2,10	2400	1,18	1,99	1579	1,68	1,73	905	2,30	1,50	530
0,37	1,71	2255	0,76	2,15	2518	1,21	2,04	1652	1,72	1,77	944	2,35	1,53	551
0,38	1,76	2365	0,78	2,21	2639	1,24	2,09	1727	1,76	1,81	984	2,40	1,56	573
0,39	1,80	2478	0,80	2,27	2762	1,27	2,14	1804	1,80	1,85	1024	2,45	1,60	594
0,40	1,85	2593	0,82	2,32	2888	1,30	2,19	1881	1,84	1,89	1066	2,50	1,63	616
0,41	1,90	2710	0,84	2,38	3017	1,33	2,24	1961	1,88	1,93	1108	2,55	1,66	639
0,42	1,94	2830	0,86	2,44	3148	1,36	2,29	2041	1,92	1,97	1151	2,60	1,70	662
0,43	1,99	2952	0,88	2,49	3282	1,39	2,34	2124	1,96	2,02	1195	2,65	1,73	685
0,44	2,03	3077	0,90	2,55	3418	1,42	2,39	2207	2,00	2,06	1239	2,70	1,76	708
0,45	2,08	3204	0,92	2,61	3557	1,45	2,44	2293	2,04	2,10	1285	2,75	1,79	732
0,46	2,13	3333	0,94	2,66	3699	1,48	2,49	2380	2,08	2,14	1331	2,80	1,83	756
0,47	2,17	3464	0,96	2,72	3843	1,51	2,54	2468	2,12	2,18	1378	2,85	1,86	781
0,48	2,22	3598	0,98	2,78	3989	1,54	2,59	2558	2,16	2,22	1425	2,90	1,89	806
0,49	2,27	3734	1,00	2,83	4138	1,57	2,64	2649	2,20	2,26	1473	2,95	1,92	831
0,50	2,31	3873	1,02	2,89	4290	1,60	2,70	2742	2,24	2,30	1522	3,00	1,96	857
0,51	2,36	4014	1,04	2,95	4444	1,63	2,75	2836	2,28	2,34	1572	3,05	1,99	883
0,52	2,40	4156	1,06	3,00	4600	1,66	2,80	2932	2,32	2,39	1622	3,10	2,02	909
0,53	2,45	4302	1,08	3,06	4760	1,69	2,85	3029	2,36	2,43	1674	3,15	2,05	936
0,54	2,50	4450	1,10	3,12	4921	1,72	2,90	3127	2,40	2,47	1726	3,20	2,09	963

Anexa II

Tabelul 1.2. Pierderile de sarcina liniare unitare „i”, pentru conductele din PVC 60 și 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apa rece PN = 6 bar - PVC 60 și PN = 10 bar - PVC 100

D _e 63 mm D _i 56 mm			D _e 75 mm D _i 66,6 mm			D _e 90 mm D _i 80 mm			D _e 110 mm D _i 97,8 mm			D _e 125 mm D _i 111,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,10	0,45	45	1,70	0,49	43	2,60	0,52	38	4,20	0,56	34	6,00	0,62	35
1,18	0,48	52	1,81	0,52	48	2,75	0,55	42	4,42	0,59	37	6,28	0,64	37
1,26	0,51	58	1,92	0,55	53	2,90	0,58	46	4,64	0,62	40	6,56	0,67	41
1,34	0,54	65	2,03	0,58	59	3,05	0,61	51	4,86	0,65	44	6,84	0,70	44
1,42	0,58	72	2,14	0,61	65	3,20	0,64	55	5,08	0,68	48	7,12	0,73	47
1,50	0,61	79	2,25	0,65	71	3,35	0,67	60	5,30	0,71	51	7,40	0,76	50
1,58	0,64	87	2,36	0,68	77	3,50	0,70	65	5,52	0,74	56	7,68	0,79	54
1,66	0,67	95	2,47	0,71	84	3,65	0,73	70	5,74	0,76	60	7,96	0,82	57
1,74	0,71	103	2,58	0,74	90	3,80	0,76	75	5,96	0,79	64	8,24	0,85	61
1,82	0,74	111	2,69	0,77	97	3,95	0,79	80	6,18	0,82	68	8,52	0,87	65
1,90	0,77	120	2,80	0,80	105	4,10	0,82	86	6,40	0,85	73	8,80	0,90	68
1,98	0,80	127	2,91	0,84	112	4,25	0,85	91	6,62	0,88	77	9,08	0,93	73
2,06	0,84	139	3,02	0,87	120	4,40	0,88	97	6,84	0,91	82	9,36	0,96	77
2,14	0,87	149	3,13	0,90	128	4,55	0,91	103	7,06	0,94	87	9,64	0,99	81
2,22	0,90	159	3,24	0,93	136	4,70	0,94	110	7,28	0,97	92	9,92	1,02	85
2,30	0,93	170	3,35	0,96	144	4,85	0,97	116	7,50	1,00	97	10,20	1,05	90
2,38	0,97	180	3,46	0,99	153	5,00	1,00	122	7,72	1,03	102	10,48	1,08	95
2,46	1,00	191	3,57	1,03	162	5,15	1,03	130	7,94	1,06	107	10,76	1,10	100
2,54	1,03	202	3,68	1,06	171	5,30	1,05	136	8,16	1,09	113	11,04	1,13	104
2,62	1,06	214	3,79	1,09	180	5,45	1,08	143	8,38	1,12	118	11,32	1,16	108
2,70	1,10	226	3,90	1,12	190	5,60	1,11	150	8,60	1,15	124	11,60	1,19	113
2,78	1,13	238	4,01	1,15	200	5,75	1,14	158	8,82	1,17	130	11,88	1,22	118
2,86	1,16	250	4,12	1,18	210	5,90	1,17	165	9,04	1,20	135	12,16	1,25	124
2,94	1,19	263	4,23	1,21	220	6,05	1,20	173	9,26	1,23	142	12,44	1,28	129
3,02	1,23	276	4,34	1,25	230	6,20	1,23	181	9,48	1,26	148	12,72	1,31	134
3,10	1,26	290	4,45	1,28	241	6,35	1,26	189	9,70	1,29	154	13,00	1,33	139
3,18	1,29	303	4,56	1,31	252	6,50	1,29	197	9,92	1,32	160	13,28	1,36	145
3,26	1,32	317	4,67	1,34	263	6,65	1,32	205	10,14	1,35	166	13,56	1,39	150
3,34	1,36	331	4,78	1,37	274	6,80	1,35	214	10,36	1,38	173	13,84	1,42	156
3,42	1,39	345	4,89	1,40	285	6,95	1,38	222	10,58	1,41	180	14,12	1,45	162
3,50	1,42	360	5,00	1,44	297	7,10	1,41	231	10,80	1,44	187	14,40	1,48	168
3,58	1,45	375	5,11	1,47	309	7,25	1,44	240	11,02	1,47	196	14,68	1,51	174
3,66	1,49	391	5,22	1,50	321	7,40	1,47	249	11,24	1,50	201	14,96	1,54	180
3,74	1,52	406	5,33	1,53	333	7,55	1,50	258	11,46	1,53	208	15,24	1,56	186
3,82	1,55	422	5,44	1,56	346	7,70	1,53	267	11,68	1,56	215	15,52	1,59	192
3,90	1,58	438	5,55	1,59	359	7,85	1,56	277	11,90	1,58	222	15,80	1,62	199
3,98	1,62	454	5,66	1,63	372	8,00	1,59	287	12,12	1,61	230	16,08	1,65	205
4,06	1,65	471	5,77	1,66	385	8,15	1,62	296	12,34	1,64	238	16,36	1,68	212
4,14	1,68	488	5,88	1,69	398	8,30	1,65	306	12,56	1,67	246	16,64	1,71	218
4,22	1,71	505	5,99	1,72	412	8,45	1,68	317	12,78	1,70	254	16,92	1,74	225
4,30	1,75	523	6,10	1,75	426	8,60	1,71	327	13,00	1,73	262	17,20	1,77	232
4,38	1,78	541	6,21	1,78	444	8,75	1,74	337	13,22	1,76	270	17,48	1,79	239
4,46	1,81	558	6,32	1,82	454	8,90	1,77	348	13,44	1,79	278	17,76	1,82	246
4,54	1,84	577	6,43	1,85	469	9,05	1,80	359	13,66	1,82	286	18,04	1,85	253
4,62	1,88	596	6,54	1,88	483	9,20	1,83	370	13,88	1,85	295	18,32	1,88	260
4,70	1,91	614	6,65	1,91	498	9,35	1,86	381	14,10	1,88	304	18,60	1,91	267
4,78	1,94	634	6,76	1,94	513	9,50	1,89	392	14,32	1,91	312	18,88	1,94	275
4,86	1,97	653	6,87	1,97	528	9,65	1,92	403	14,54	1,94	321	19,16	1,97	283
4,94	2,01	672	6,98	2,00	544	9,80	1,95	415	14,76	1,97	330	19,44	2,00	290
5,02	2,04	693	7,09	2,04	560	9,95	1,98	427	14,98	2,00	339	19,72	2,02	298
5,10	2,07	713	7,20	2,07	576	10,10	2,01	438	15,20	2,02	348	20,00	2,05	305
5,18	2,10	733	7,31	2,10	591	10,25	2,04	450	15,42	2,05	357	20,28	2,08	313
5,26	2,14	754	7,42	2,13	608	10,40	2,07	462	15,64	2,08	367	20,56	2,11	321

Anexa II

Tabelul 2.1. Pierderile de sarcina liniare unitare „i”, pentru conductele din PVC 100 cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă PN = 6 bar

D _e 20 mm D _i 16,2 mm			D _e 25 mm D _i 18,4 mm			D _e 32 mm D _i 23,6 mm			D _e 40 mm D _i 28,6 mm			D _e 50 mm D _i 37,2 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	13	0,04	0,15	23	0,12	0,27	48	0,20	0,31	47	0,40	0,37	46
0,03	0,15	26	0,05	0,20	34	0,14	0,32	63	0,23	0,36	66	0,44	0,41	54
0,04	0,19	42	0,06	0,24	47	0,16	0,37	80	0,26	0,40	75	0,48	0,44	63
0,05	0,24	62	0,08	0,29	77	0,18	0,41	98	0,28	0,44	85	0,52	0,48	73
0,06	0,29	85	0,09	0,33	95	0,20	0,46	118	0,31	0,49	102	0,56	0,52	83
0,07	0,34	112	0,10	0,38	114	0,22	0,50	140	0,34	0,53	120	0,60	0,55	94
0,08	0,39	142	0,11	0,42	135	0,24	0,55	163	0,37	0,57	140	0,64	0,59	105
0,09	0,44	175	0,12	0,47	158	0,26	0,59	188	0,40	0,62	160	0,68	0,63	117
0,10	0,49	210	0,14	0,51	207	0,28	0,64	215	0,42	0,66	176	0,72	0,66	130
0,11	0,53	249	0,15	0,56	234	0,30	0,69	243	0,45	0,70	199	0,76	0,70	143
0,12	0,58	290	0,16	0,60	263	0,32	0,73	272	0,48	0,75	223	0,80	0,74	157
0,13	0,63	335	0,17	0,65	292	0,34	0,78	304	0,51	0,79	249	0,84	0,77	172
0,14	0,68	382	0,18	0,69	323	0,36	0,82	337	0,54	0,83	276	0,88	0,81	187
0,15	0,73	432	0,20	0,74	391	0,38	0,87	371	0,56	0,88	295	0,92	0,85	202
0,16	0,78	485	0,21	0,78	426	0,40	0,91	407	0,59	0,92	323	0,96	0,88	218
0,17	0,83	540	0,22	0,83	463	0,42	0,96	444	0,62	0,97	354	1,00	0,92	235
0,18	0,87	598	0,23	0,87	502	0,44	1,01	484	0,65	1,01	386	1,04	0,96	252
0,19	0,92	659	0,24	0,92	542	0,46	1,05	524	0,68	1,05	418	1,08	0,99	270
0,20	0,97	723	0,26	0,96	626	0,48	1,10	566	0,70	1,10	441	1,12	1,03	288
0,21	1,02	789	0,27	1,01	670	0,50	1,14	609	0,73	1,14	476	1,16	1,07	308
0,22	1,07	858	0,28	1,05	715	0,52	1,19	654	0,76	1,18	512	1,20	1,10	327
0,23	1,12	929	0,29	1,10	762	0,54	1,24	700	0,79	1,23	549	1,24	1,14	347
0,24	1,16	1004	0,30	1,14	810	0,56	1,28	748	0,82	1,27	588	1,28	1,18	368
0,25	1,21	1080	0,32	1,19	910	0,58	1,33	797	0,84	1,31	614	1,32	1,22	389
0,26	1,26	1160	0,33	1,23	962	0,60	1,37	848	0,87	1,36	655	1,36	1,25	411
0,27	1,31	1242	0,34	1,28	1015	0,62	1,42	900	0,90	1,40	696	1,40	1,29	433
0,28	1,36	1327	0,35	1,32	1070	0,64	1,46	954	0,93	1,45	739	1,44	1,33	456
0,29	1,41	1414	0,36	1,37	1126	0,66	1,51	1001	0,96	1,49	783	1,48	1,36	479
0,30	1,46	1504	0,38	1,41	1242	0,68	1,56	1066	0,98	1,53	813	1,52	1,40	504
0,31	1,50	1596	0,39	1,46	1303	0,70	1,60	1124	1,01	1,58	859	1,56	1,44	528
0,32	1,55	1691	0,40	1,51	1364	0,72	1,65	1183	1,04	1,62	907	1,60	1,47	553
0,33	1,60	1788	0,41	1,55	1427	0,74	1,69	1244	1,07	1,66	955	1,64	1,51	578
0,34	1,65	1888	0,42	1,60	1491	0,76	1,74	1306	1,10	1,71	1005	1,68	1,55	604
0,35	1,70	1991	0,44	1,64	1623	0,78	1,78	1370	1,12	1,75	1038	1,72	1,58	631
0,36	1,75	2096	0,45	1,69	1691	0,80	1,83	1430	1,15	1,79	1090	1,76	1,62	658
0,37	1,80	2203	0,46	1,73	1760	0,82	1,88	1500	1,18	1,84	1143	1,80	1,66	686
0,38	1,84	2313	0,47	1,78	1830	0,84	1,92	1570	1,21	1,88	1197	1,84	1,69	714
0,39	1,89	2426	0,48	1,82	1902	0,86	1,97	1638	1,24	1,92	1252	1,88	1,73	743
0,40	1,94	2541	0,50	1,87	2050	0,88	2,01	1709	1,26	1,97	1289	1,92	1,77	772
0,41	1,99	2659	0,51	1,91	2125	0,90	2,06	1781	1,29	2,01	1346	1,96	1,80	802
0,42	2,04	2779	0,52	1,96	2202	0,92	2,10	1854	1,32	2,06	1404	2,00	1,84	832
0,43	2,09	2901	0,53	2,00	2291	0,94	2,15	1929	1,35	2,10	1464	2,04	1,88	863
0,44	2,14	3026	0,54	2,05	2360	0,96	2,20	2005	1,38	2,14	1524	2,08	1,91	895
0,45	2,18	3154	0,56	2,09	2523	0,98	2,24	2083	1,40	2,19	1565	2,12	1,95	926
0,46	2,23	3284	0,57	2,14	2607	1,00	2,29	2162	1,43	2,23	1628	2,16	1,99	959
0,47	2,28	3416	0,58	2,18	2691	1,02	2,33	2242	1,46	2,27	1691	2,20	2,03	992
0,48	2,33	3551	0,59	2,23	2777	1,04	2,38	2324	1,49	2,32	1756	2,24	2,06	1025
0,49	2,38	3689	0,60	2,27	2865	1,06	2,42	2408	1,52	2,36	1822	2,28	2,10	1060
0,50	2,43	3829	0,62	2,32	3042	1,08	2,47	2492	1,54	2,40	1866	2,32	2,14	1094
0,51	2,48	3971	0,63	2,36	3134	1,10	2,52	2578	1,57	2,45	1934	2,36	2,17	1129
0,52	2,52	4116	0,64	2,41	3226	1,12	2,56	2666	1,60	2,49	2003	2,40	2,21	1165
0,53	2,57	4263	0,65	2,45	3320	1,14	2,61	2754	1,63	2,54	2073	2,44	2,25	1200
0,54	2,62	4413	0,66	2,50	3415	1,16	2,65	2844	1,66	2,58	2144	2,48	2,28	1237

Anexa II

Tabelul 2.2. Pierderile de sarcina liniare unitare „i”, pentru conductele din PVC 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apa caldă PN = 6 bar

D _e 63 mm D _i 47,2 mm			D _e 75 mm D _i 56 mm			D _e 90 mm D _i 67,6 mm			D _e 110 mm D _i 82,4 mm			D _e 125 mm D _i 94 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,80	0,46	49	1,10	0,45	45	1,90	0,53	42	3,00	0,56	37	4,20	0,61	36
0,86	0,49	57	1,18	0,48	52	2,02	0,56	47	3,18	0,60	41	4,45	0,64	39
0,91	0,52	63	1,26	0,51	58	2,14	0,60	52	3,36	0,63	45	4,70	0,68	44
0,97	0,55	70	1,34	0,54	65	2,26	0,63	57	3,54	0,66	49	4,95	0,71	46
1,02	0,58	77	1,42	0,58	72	2,38	0,66	63	3,72	0,70	54	5,20	0,75	52
1,08	0,61	85	1,50	0,61	79	2,50	0,70	68	3,90	0,73	59	5,45	0,79	57
1,13	0,65	93	1,58	0,64	87	2,62	0,73	75	4,08	0,77	64	5,70	0,82	62
1,19	0,68	102	1,66	0,67	95	2,74	0,76	81	4,26	0,80	69	5,95	0,86	67
1,24	0,71	110	1,74	0,71	103	2,86	0,80	87	4,44	0,83	74	6,20	0,89	72
1,30	0,74	119	1,82	0,74	111	2,98	0,83	94	4,62	0,87	80	6,45	0,93	78
1,35	0,77	128	1,90	0,77	120	3,10	0,86	101	4,80	0,90	86	6,70	0,97	83
1,41	0,80	138	1,98	0,80	127	3,22	0,90	108	4,98	0,93	92	6,95	1,00	89
1,46	0,83	147	2,06	0,84	139	3,34	0,93	116	5,16	0,97	98	7,20	1,04	95
1,52	0,87	158	2,14	0,87	149	3,46	0,96	124	5,34	1,00	104	7,45	1,07	101
1,57	0,90	170	2,22	0,90	159	3,58	1,00	131	5,52	1,04	111	7,70	1,11	107
1,63	0,93	180	2,30	0,93	170	3,70	1,03	140	5,70	1,07	117	7,95	1,15	114
1,68	0,96	190	2,38	0,97	180	3,82	1,06	148	5,88	1,10	124	8,20	1,18	120
1,74	0,99	202	2,46	1,00	191	3,94	1,10	156	6,06	1,14	131	8,45	1,22	127
1,79	1,02	213	2,54	1,03	202	4,06	1,13	165	6,24	1,17	138	8,70	1,25	134
1,85	1,05	226	2,62	1,06	214	4,18	1,17	174	6,42	1,20	146	8,95	1,29	141
1,90	1,09	237	2,70	1,10	226	4,30	1,20	184	6,60	1,24	153	9,20	1,33	149
1,96	1,12	251	2,78	1,13	238	4,42	1,23	193	6,78	1,27	161	9,45	1,36	156
2,01	1,15	263	2,86	1,16	250	4,54	1,27	203	6,96	1,31	168	9,70	1,40	164
2,07	1,18	277	2,94	1,19	263	4,66	1,30	213	7,14	1,34	177	9,95	1,43	172
2,12	1,21	290	3,02	1,23	276	4,78	1,33	223	7,32	1,37	186	10,20	1,47	180
2,18	1,24	305	3,10	1,26	290	4,90	1,37	233	7,50	1,41	194	10,45	1,51	188
2,23	1,28	318	3,18	1,29	303	5,02	1,40	244	7,68	1,44	203	10,70	1,54	196
2,29	1,31	333	3,26	1,32	317	5,14	1,43	255	7,86	1,47	212	10,95	1,58	205
2,34	1,34	347	3,34	1,36	331	5,26	1,47	266	8,04	1,51	221	11,20	1,61	213
2,40	1,37	363	3,42	1,39	345	5,38	1,50	277	8,22	1,54	230	11,45	1,65	222
2,45	1,40	377	3,50	1,42	360	5,50	1,53	288	8,40	1,58	239	11,70	1,69	231
2,51	1,43	395	3,58	1,45	375	5,62	1,57	299	8,58	1,61	248	11,95	1,72	241
2,56	1,46	409	3,66	1,49	391	5,74	1,60	312	8,76	1,64	258	12,20	1,76	250
2,62	1,50	427	3,74	1,52	406	5,86	1,63	324	8,94	1,68	268	12,45	1,79	259
2,67	1,53	442	3,82	1,55	422	5,98	1,67	336	9,12	1,71	278	12,70	1,83	269
2,73	1,56	460	3,90	1,58	438	6,10	1,70	349	9,30	1,74	288	12,95	1,87	279
2,78	1,59	476	3,98	1,62	454	6,22	1,73	362	9,48	1,78	298	13,20	1,90	289
2,84	1,62	495	4,06	1,65	471	6,34	1,77	374	9,66	1,81	309	13,45	1,94	300
2,89	1,65	511	4,14	1,68	488	6,46	1,80	388	9,84	1,85	320	13,70	1,98	310
2,95	1,68	530	4,22	1,71	505	6,58	1,83	401	10,02	1,88	331	13,95	2,01	320
3,00	1,72	547	4,30	1,75	523	6,70	1,87	415	10,20	1,91	342	14,20	2,05	331
3,06	1,75	568	4,38	1,78	541	6,82	1,90	429	10,38	1,95	353	14,45	2,08	342
3,11	1,78	585	4,46	1,81	558	6,94	1,93	443	10,56	1,98	366	14,70	2,12	353
3,17	1,81	606	4,54	1,84	577	7,06	1,97	457	10,74	2,02	376	14,95	2,16	364
3,22	1,84	623	4,62	1,88	596	7,18	2,00	472	10,92	2,05	388	15,20	2,19	375
3,28	1,87	645	4,70	1,91	614	7,30	2,03	486	11,10	2,08	400	15,45	2,23	387
3,33	1,90	663	4,78	1,94	634	7,42	2,07	501	11,28	2,12	412	15,70	2,26	399
3,39	1,94	686	4,86	1,97	653	7,54	2,10	516	11,46	2,15	424	15,95	2,30	411
3,44	1,97	704	4,94	2,01	672	7,66	2,14	532	11,64	2,18	437	16,20	2,34	422
3,50	2,00	727	5,02	2,04	693	7,78	2,17	547	11,82	2,22	450	16,45	2,37	435
3,55	2,03	746	5,10	2,07	713	7,90	2,20	562	12,00	2,25	462	16,70	2,41	447
3,61	2,06	770	5,18	2,10	733	8,02	2,24	578	12,18	2,29	475	16,95	2,44	459
3,66	2,09	790	5,26	2,14	754	8,14	2,27	595	12,36	2,32	488	17,20	2,48	473

Anexa II

Tabelul 2.3. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PVC 100 cu D_e 140 - 250 mm, pentru apă caldă PN = 6 bar

D _e 140 mm D _i 105,2 mm			D _e 160 mm D _i 120,8 mm			D _e 180 mm D _i 135,6 mm			D _e 200 mm D _i 151 mm			D _e 225 mm D _i 169,6 mm			D _e 250 mm D _i 188,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
4,7	0,54	25	6,5	0,57	23	9,0	0,62	24	12,0	0,67	24	15,5	0,69	22	20,0	0,72	21
5,0	0,58	28	6,9	0,60	26	9,5	0,66	27	12,6	0,70	26	16,2	0,72	24	20,9	0,75	23
5,3	0,61	31	7,3	0,64	29	10,0	0,69	29	13,2	0,74	29	16,9	0,75	26	21,8	0,78	25
5,6	0,64	35	7,7	0,67	32	10,5	0,73	32	13,8	0,77	31	17,6	0,78	28	22,7	0,81	26
5,9	0,68	38	8,1	0,71	35	11,0	0,76	35	14,4	0,80	34	18,3	0,81	30	23,6	0,85	28
6,2	0,71	42	8,5	0,74	38	11,5	0,80	38	15,0	0,84	36	19,0	0,84	32	24,5	0,88	30
6,5	0,75	46	8,9	0,78	41	12,0	0,83	41	15,6	0,87	39	19,7	0,87	34	25,4	0,91	32
6,8	0,78	49	9,3	0,81	45	12,5	0,87	44	16,2	0,91	42	20,4	0,90	36	26,3	0,94	35
7,1	0,82	54	9,7	0,85	48	13,0	0,90	47	16,8	0,94	45	21,1	0,93	38	27,2	0,98	37
7,4	0,85	58	10,1	0,88	52	13,5	0,94	51	17,4	0,97	48	21,8	0,97	41	28,1	1,01	39
7,7	0,89	62	10,5	0,92	56	14,0	0,97	54	18,0	1,01	51	22,5	1,00	43	29,0	1,04	41
8,0	0,92	67	10,9	0,95	60	14,5	1,00	58	18,6	1,04	54	23,2	1,03	46	29,9	1,07	44
8,3	0,96	71	11,3	0,99	64	15,0	1,04	61	19,2	1,07	57	23,9	1,06	48	30,8	1,11	46
8,6	0,99	76	11,7	1,02	68	15,5	1,07	65	19,8	1,11	60	24,6	1,09	51	31,7	1,14	49
8,9	1,02	81	12,1	1,06	72	16,0	1,11	69	20,4	1,14	64	25,3	1,12	54	32,6	1,17	51
9,2	1,06	86	12,5	1,09	77	16,5	1,14	73	21,0	1,17	67	26,0	1,15	57	33,5	1,20	54
9,5	1,09	91	12,9	1,13	81	17,0	1,18	77	21,6	1,21	71	26,7	1,18	59	34,4	1,23	57
9,8	1,13	96	13,3	1,16	86	17,5	1,21	81	22,2	1,24	75	27,4	1,21	62	35,3	1,27	59
10,1	1,16	102	13,7	1,20	91	18,0	1,25	86	22,8	1,27	78	28,1	1,24	65	36,2	1,30	62
10,4	1,20	108	14,1	1,23	96	18,5	1,28	90	23,4	1,31	82	28,8	1,28	68	37,1	1,33	65
10,7	1,23	113	14,5	1,27	101	19,0	1,32	94	24,0	1,34	86	29,5	1,31	71	38,0	1,36	68
11,0	1,27	119	14,9	1,30	106	19,5	1,35	99	24,6	1,37	90	30,2	1,34	74	38,9	1,40	71
11,3	1,30	125	15,3	1,34	111	20,0	1,39	104	25,2	1,41	94	30,9	1,37	78	39,8	1,43	74
11,6	1,34	131	15,7	1,37	117	20,5	1,42	109	25,8	1,44	98	31,6	1,40	81	40,7	1,46	77
11,9	1,37	138	16,1	1,41	122	21,0	1,45	114	26,4	1,47	102	32,3	1,43	84	41,6	1,49	81
12,2	1,40	144	16,5	1,44	128	21,5	1,49	118	27,0	1,51	107	33,0	1,46	88	42,5	1,53	84
12,5	1,44	151	16,9	1,48	134	22,0	1,52	124	27,6	1,54	111	33,7	1,49	91	43,4	1,56	87
12,8	1,47	157	17,3	1,51	140	22,5	1,56	129	28,2	1,58	116	34,4	1,52	95	44,3	1,59	91
13,1	1,51	164	17,7	1,55	146	23,0	1,59	134	28,8	1,61	120	35,1	1,55	98	45,2	1,62	94
13,4	1,54	171	18,1	1,58	152	23,5	1,63	140	29,4	1,64	125	35,8	1,59	102	46,1	1,65	97
13,7	1,58	179	18,5	1,61	158	24,0	1,66	145	30,0	1,68	130	36,5	1,62	106	47,0	1,69	101
14,0	1,61	186	18,9	1,65	164	24,5	1,70	151	30,6	1,71	135	37,2	1,65	109	47,9	1,72	105
14,3	1,65	192	19,3	1,68	171	25,0	1,73	157	31,2	1,74	140	37,9	1,68	113	48,8	1,75	108
14,6	1,68	201	19,7	1,72	178	25,5	1,77	163	31,8	1,78	145	38,6	1,71	117	49,7	1,78	112
14,9	1,72	208	20,1	1,75	184	26,0	1,80	169	32,4	1,81	150	39,3	1,74	121	50,6	1,82	116
15,2	1,75	216	20,5	1,79	191	26,5	1,84	175	33,0	1,84	155	40,0	1,77	125	51,5	1,85	120
15,5	1,78	224	20,9	1,82	198	27,0	1,87	181	33,6	1,88	160	40,7	1,80	129	52,4	1,88	124
15,8	1,82	232	21,3	1,86	205	27,5	1,91	187	34,2	1,91	165	41,4	1,83	134	53,3	1,91	128
16,1	1,85	241	21,7	1,89	212	28,0	1,94	193	34,8	1,94	171	42,1	1,86	138	54,2	1,95	132
16,4	1,89	249	22,1	1,93	220	28,5	1,97	200	35,4	1,98	176	42,8	1,90	141	55,1	1,98	136
16,7	1,92	257	22,5	1,96	227	29,0	2,01	206	36,0	2,01	182	43,5	1,93	146	56,0	2,01	140
17,0	1,96	266	22,9	2,00	235	29,5	2,04	213	36,6	2,04	188	44,2	1,96	151	56,9	2,04	144
17,3	1,99	275	23,3	2,03	242	30,0	2,08	220	37,2	2,08	193	44,9	1,99	155	57,8	2,07	148
17,6	2,03	284	23,7	2,07	250	30,5	2,11	227	37,8	2,11	200	45,6	2,02	160	58,7	2,11	153
17,9	2,06	293	24,1	2,10	258	31,0	2,15	234	38,4	2,15	205	46,3	2,05	164	59,6	2,14	157
18,2	2,09	302	24,5	2,14	266	31,5	2,18	241	39,0	2,18	211	47,0	2,08	169	60,5	2,17	161
18,5	2,13	311	24,9	2,17	274	32,0	2,22	248	39,6	2,21	217	47,7	2,11	174	61,4	2,20	166
18,8	2,16	320	25,3	2,21	282	32,5	2,25	255	40,2	2,25	223	48,4	2,14	178	62,3	2,24	171
19,1	2,20	330	25,7	2,24	291	33,0	2,29	263	40,8	2,28	230	49,1	2,17	183	63,2	2,27	175
19,4	2,23	340	26,1	2,28	300	33,5	2,32	270	41,4	2,31	236	49,8	2,21	188	64,1	2,30	180
19,7	2,27	350	26,5	2,31	308	34,0	2,36	278	42,0	2,35	242	50,5	2,24	193	65,0	2,33	184
20,0	2,30	360	26,9	2,35	317	34,5	2,39	285	42,6	2,38	249	51,2	2,27	198	65,9	2,37	189
20,3	2,34	370	27,3	2,38	326	35,0	2,42	293	43,2	2,41	256	51,9	2,30	203	66,8	2,40	194

Anexa II

Tabelul 3.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PVC 100
cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece PN = 16 bar

D_e 20 mm D_i 16,2 mm			D_e 25 mm D_i 18,4 mm			D_e 32 mm D_i 23,6 mm			D_e 40 mm D_i 28,6 mm			D_e 50 mm D_i 37,2 mm		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	16	0,05	0,19	42	0,12	0,27	58	0,22	0,34	67	0,40	0,37	54
0,03	0,15	32	0,06	0,23	57	0,14	0,32	76	0,25	0,39	83	0,44	0,41	64
0,04	0,19	52	0,07	0,26	75	0,16	0,37	96	0,28	0,44	102	0,48	0,44	75
0,05	0,24	77	0,08	0,30	94	0,18	0,41	117	0,31	0,48	121	0,52	0,48	86
0,06	0,29	105	0,09	0,34	115	0,20	0,46	141	0,34	0,53	143	0,56	0,52	98
0,07	0,34	137	0,10	0,38	138	0,22	0,50	166	0,37	0,58	166	0,60	0,55	110
0,08	0,39	172	0,11	0,41	163	0,24	0,55	194	0,40	0,62	190	0,64	0,59	124
0,09	0,44	211	0,12	0,45	189	0,26	0,59	223	0,43	0,67	216	0,68	0,63	138
0,10	0,49	253	0,13	0,49	218	0,28	0,64	255	0,46	0,72	243	0,72	0,66	153
0,11	0,53	298	0,14	0,53	248	0,30	0,69	287	0,49	0,76	272	0,76	0,70	168
0,12	0,58	347	0,15	0,56	279	0,32	0,73	322	0,52	0,81	302	0,80	0,74	184
0,13	0,63	399	0,16	0,60	313	0,34	0,78	358	0,55	0,86	333	0,84	0,77	200
0,14	0,68	454	0,17	0,64	348	0,36	0,82	396	0,58	0,90	366	0,88	0,81	218
0,15	0,73	513	0,18	0,68	384	0,38	0,87	435	0,61	0,95	401	0,92	0,85	236
0,16	0,78	574	0,19	0,71	422	0,40	0,91	477	0,64	1,00	437	0,96	0,88	254
0,17	0,83	639	0,20	0,75	462	0,42	0,96	520	0,67	1,04	474	1,00	0,92	273
0,18	0,87	706	0,21	0,79	504	0,44	1,01	564	0,70	1,09	512	1,04	0,96	293
0,19	0,92	777	0,22	0,83	547	0,46	1,05	611	0,73	1,14	552	1,08	0,99	312
0,20	0,97	851	0,23	0,87	591	0,48	1,10	659	0,76	1,18	593	1,12	1,03	335
0,21	1,02	927	0,24	0,90	637	0,50	1,14	709	0,79	1,23	636	1,16	1,07	356
0,22	1,07	1006	0,25	0,94	685	0,52	1,19	760	0,82	1,28	680	1,20	1,10	379
0,23	1,12	1088	0,26	0,98	734	0,54	1,24	813	0,85	1,32	724	1,24	1,14	402
0,24	1,16	1173	0,27	1,02	785	0,56	1,28	867	0,88	1,37	771	1,28	1,18	425
0,25	1,21	1261	0,28	1,05	837	0,58	1,33	923	0,91	1,42	819	1,32	1,22	449
0,26	1,26	1354	0,29	1,09	890	0,60	1,37	981	0,94	1,46	868	1,36	1,25	474
0,27	1,31	1446	0,30	1,13	946	0,62	1,42	1040	0,97	1,51	918	1,40	1,29	499
0,28	1,36	1543	0,31	1,17	1002	0,64	1,46	1102	1,00	1,56	968	1,44	1,33	525
0,29	1,41	1642	0,32	1,20	1060	0,66	1,51	1163	1,03	1,60	1023	1,48	1,36	551
0,30	1,46	1744	0,33	1,24	1120	0,68	1,56	1227	1,06	1,65	1077	1,52	1,40	578
0,31	1,50	1849	0,34	1,28	1181	0,70	1,60	1293	1,09	1,70	1132	1,56	1,44	606
0,32	1,55	1957	0,35	1,32	1243	0,72	1,65	1360	1,12	1,74	1189	1,60	1,47	634
0,33	1,60	2067	0,36	1,35	1307	0,74	1,69	1428	1,15	1,79	1247	1,64	1,51	663
0,34	1,65	2181	0,37	1,39	1378	0,76	1,74	1499	1,18	1,84	1306	1,68	1,55	692
0,35	1,70	2297	0,38	1,43	1440	0,78	1,78	1570	1,21	1,88	1366	1,72	1,58	722
0,36	1,75	2415	0,39	1,47	1508	0,80	1,83	1643	1,24	1,93	1428	1,76	1,62	753
0,37	1,80	2537	0,40	1,51	1578	0,82	1,88	1718	1,27	1,98	1491	1,80	1,66	784
0,38	1,84	2661	0,41	1,54	1649	0,84	1,92	1794	1,30	2,02	1555	1,84	1,69	816
0,39	1,89	2788	0,42	1,58	1725	0,86	1,97	1872	1,33	2,07	1621	1,88	1,73	848
0,40	1,94	2917	0,43	1,62	1795	0,88	2,01	1951	1,36	2,12	1688	1,92	1,77	881
0,41	1,99	3050	0,44	1,66	1871	0,90	2,06	2032	1,39	2,16	1755	1,96	1,80	914
0,42	2,04	3185	0,45	1,69	1948	0,92	2,10	2114	1,42	2,21	1825	2,00	1,84	948
0,43	2,09	3322	0,46	1,73	2026	0,94	2,15	2197	1,45	2,26	1895	2,04	1,88	983
0,44	2,14	3462	0,47	1,77	2105	0,96	2,20	2282	1,48	2,30	1967	2,08	1,91	1018
0,45	2,18	3605	0,48	1,81	2186	0,98	2,24	2369	1,51	2,35	2020	2,12	1,95	1054
0,46	2,23	3751	0,49	1,84	2269	1,00	2,29	2457	1,54	2,40	2114	2,16	1,99	1090
0,47	2,28	3899	0,50	1,88	2352	1,02	2,33	2547	1,57	2,45	2189	2,20	2,03	1127
0,48	2,33	4050	0,51	1,92	2437	1,04	2,38	2638	1,60	2,49	2366	2,24	2,06	1164
0,49	2,38	4203	0,52	1,96	2524	1,06	2,42	2731	1,63	2,54	2343	2,28	2,10	1202
0,50	2,43	4359	0,53	1,99	2612	1,08	2,47	2825	1,66	2,59	2422	2,32	2,14	1240
0,51	2,48	4518	0,54	2,03	2701	1,10	2,52	2921	1,69	2,63	2502	2,36	2,17	1280
0,52	2,52	4679	0,55	2,07	2792	1,12	2,56	3017	1,72	2,68	2584	2,40	2,21	1320
0,53	2,57	4843	0,56	2,11	2884	1,14	2,61	3116	1,75	2,73	2666	2,44	2,25	1360
0,54	2,62	5010	0,57	2,14	2978	1,16	2,65	3216	1,78	2,77	2750	2,48	2,28	1400

Anexa II

Tabelul 3.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PVC 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece PN = 16 bar

D _e 63 mm D _i 47,2 mm			D _e 75 mm D _i 56 mm			D _e 90 mm D _i 67,6 mm			D _e 110 mm D _i 82,4 mm			D _e 125 mm D _i 94 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,80	0,46	59	1,20	0,49	53	1,90	0,53	49	3,00	0,56	42	4,00	0,58	38
0,88	0,50	70	1,30	0,53	61	2,05	0,57	56	3,22	0,60	48	4,28	0,62	43
0,96	0,55	81	1,40	0,57	70	2,20	0,61	63	3,44	0,65	54	4,56	0,66	48
1,04	0,59	94	1,50	0,61	79	2,35	0,66	71	3,66	0,69	61	4,84	0,70	52
1,12	0,64	107	1,60	0,65	89	2,50	0,70	80	3,88	0,73	67	5,12	0,74	59
1,20	0,69	121	1,70	0,69	99	2,65	0,74	88	4,10	0,77	74	5,40	0,78	64
1,28	0,73	135	1,80	0,73	109	2,80	0,78	97	4,32	0,81	82	5,68	0,82	71
1,36	0,78	151	1,90	0,77	120	2,95	0,82	107	4,54	0,85	89	5,96	0,86	77
1,44	0,82	167	2,00	0,81	132	3,10	0,86	117	4,76	0,89	97	6,24	0,90	84
1,52	0,87	184	2,10	0,85	140	3,25	0,91	127	4,98	0,93	106	6,52	0,94	91
1,60	0,91	201	2,20	0,89	156	3,40	0,95	138	5,20	0,98	114	6,80	0,98	98
1,68	0,96	220	2,30	0,93	169	3,55	0,99	149	5,42	1,02	123	7,08	1,02	105
1,76	1,01	239	2,40	0,97	183	3,70	1,03	161	5,64	1,06	132	7,36	1,06	113
1,84	1,05	259	2,50	1,02	197	3,85	1,07	173	5,86	1,10	142	7,64	1,10	121
1,92	1,10	279	2,60	1,06	211	4,00	1,12	185	6,08	1,14	151	7,92	1,14	129
2,00	1,14	300	2,70	1,10	226	4,15	1,16	197	6,30	1,18	161	8,20	1,18	137
2,08	1,19	322	2,80	1,14	241	4,30	1,20	211	6,52	1,22	172	8,48	1,22	146
2,16	1,24	345	2,90	1,18	257	4,45	1,24	224	6,74	1,26	182	8,76	1,26	155
2,24	1,28	368	3,00	1,22	273	4,60	1,28	238	6,96	1,31	192	9,04	1,30	164
2,32	1,33	392	3,10	1,26	290	4,75	1,32	252	7,18	1,35	204	9,32	1,34	173
2,40	1,37	417	3,20	1,30	307	4,90	1,37	266	7,40	1,39	215	9,60	1,38	183
2,48	1,42	442	3,30	1,34	324	5,05	1,41	281	7,62	1,43	227	9,88	1,42	193
2,56	1,46	468	3,40	1,38	342	5,20	1,45	297	7,84	1,47	240	10,16	1,46	203
2,64	1,51	495	3,50	1,42	360	5,35	1,49	312	8,06	1,51	252	10,44	1,51	213
2,72	1,56	522	3,60	1,46	379	5,50	1,53	328	8,28	1,55	264	10,72	1,55	223
2,80	1,60	550	3,70	1,50	398	5,65	1,58	344	8,50	1,59	277	11,00	1,59	234
2,88	1,65	579	3,80	1,54	418	5,80	1,62	361	8,72	1,64	290	11,28	1,63	245
2,96	1,69	608	3,90	1,58	438	5,95	1,66	378	8,94	1,68	304	11,56	1,67	256
3,04	1,74	639	4,00	1,62	459	6,10	1,70	396	9,16	1,72	318	11,84	1,71	267
3,12	1,78	669	4,10	1,67	479	6,25	1,74	414	9,38	1,76	332	12,12	1,75	279
3,20	1,83	701	4,20	1,71	501	6,40	1,78	432	9,60	1,80	346	12,40	1,79	291
3,28	1,88	733	4,30	1,75	523	6,55	1,83	451	9,82	1,84	361	12,68	1,83	303
3,36	1,92	765	4,40	1,79	545	6,70	1,87	470	10,04	1,88	375	12,96	1,87	315
3,44	1,97	799	4,50	1,83	568	6,85	1,91	489	10,26	1,92	390	13,24	1,91	328
3,52	2,01	833	4,60	1,87	591	7,00	1,95	508	10,48	1,97	406	13,52	1,95	341
3,60	2,06	867	4,70	1,91	615	7,15	1,99	528	10,70	2,01	422	13,80	1,99	353
3,68	2,10	903	4,80	1,95	638	7,30	2,03	549	10,92	2,05	437	14,08	2,03	367
3,76	2,15	939	4,90	1,99	663	7,45	2,08	570	11,14	2,09	453	14,36	2,07	380
3,84	2,20	976	5,00	2,03	688	7,60	2,12	590	11,36	2,13	470	14,64	2,11	394
3,92	2,24	1013	5,10	2,07	713	7,75	2,16	612	11,58	2,17	484	14,92	2,15	407
4,00	2,29	1051	5,20	2,11	738	7,90	2,20	634	11,80	2,21	504	15,20	2,19	422
4,08	2,33	1080	5,30	2,15	764	8,05	2,24	656	12,02	2,26	521	15,48	2,23	436
4,16	2,38	1128	5,40	2,19	791	8,20	2,29	678	12,24	2,30	539	15,76	2,27	451
4,24	2,42	1168	5,50	2,23	818	8,35	2,33	701	12,46	2,34	557	16,04	2,31	465
4,32	2,47	1209	5,60	2,27	845	8,50	2,37	724	12,68	2,38	574	16,32	2,35	480
4,40	2,52	1250	5,70	2,32	873	8,65	2,41	748	12,90	2,42	593	16,60	2,39	496
4,48	2,56	1292	5,80	2,36	901	8,80	2,45	772	13,12	2,46	611	16,88	2,43	511
4,56	2,61	1334	5,90	2,40	929	8,95	2,49	796	13,34	2,50	631	17,16	2,47	527
4,64	2,65	1377	6,00	2,44	958	9,10	2,54	820	13,56	2,54	650	17,44	2,51	543
4,72	2,70	1421	6,10	2,48	987	9,25	2,58	845	13,78	2,59	669	17,72	2,55	559
4,80	2,74	1465	6,20	2,52	1017	9,40	2,62	871	14,00	2,63	689	18,00	2,60	575
4,88	2,79	1510	6,30	2,56	1048	9,55	2,66	897	14,22	2,67	709	18,28	2,64	592
4,96	2,84	1555	6,40	2,60	1078	9,70	2,70	922	14,44	2,71	729	18,56	2,68	608

Anexa II

Tabelul 4.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece PN = 6 bar

D _e 20 mm D _i 15,6 mm			D _e 25 mm D _i 20,6 mm			D _e 32 mm D _i 27,4 mm			D _e 40 mm D _i 34,4 mm			D _e 50 mm D _i 43,2 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	12	0,04	0,12	17	0,10	0,17	21	0,20	0,22	23	0,40	0,27	27
0,03	0,16	38	0,05	0,16	25	0,12	0,21	28	0,24	0,25	32	0,45	0,31	33
0,04	0,21	63	0,07	0,20	44	0,15	0,25	42	0,27	0,29	40	0,50	0,34	39
0,05	0,26	92	0,08	0,24	55	0,17	0,29	52	0,31	0,33	50	0,55	0,38	46
0,06	0,31	125	0,09	0,28	67	0,20	0,33	69	0,34	0,37	59	0,60	0,41	54
0,07	0,37	163	0,11	0,32	95	0,22	0,37	82	0,38	0,40	72	0,65	0,44	62
0,08	0,42	205	0,12	0,35	111	0,24	0,41	95	0,41	0,44	82	0,70	0,48	71
0,09	0,47	252	0,13	0,39	127	0,27	0,45	117	0,45	0,48	97	0,75	0,51	80
0,10	0,52	303	0,14	0,43	144	0,29	0,50	133	0,48	0,52	108	0,80	0,55	90
0,11	0,58	357	0,16	0,47	183	0,32	0,54	158	0,52	0,55	125	0,85	0,58	100
0,12	0,63	416	0,17	0,51	203	0,34	0,58	175	0,55	0,59	138	0,90	0,61	110
0,13	0,68	478	0,18	0,55	224	0,36	0,62	194	0,59	0,63	156	0,95	0,65	121
0,14	0,73	544	0,20	0,59	270	0,39	0,66	223	0,62	0,67	170	1,00	0,68	133
0,15	0,79	614	0,21	0,63	294	0,41	0,70	244	0,66	0,71	190	1,05	0,72	146
0,16	0,84	688	0,22	0,67	319	0,44	0,74	276	0,69	0,74	206	1,10	0,75	158
0,17	0,89	765	0,24	0,71	371	0,46	0,78	299	0,73	0,78	227	1,15	0,78	171
0,18	0,94	846	0,25	0,74	400	0,48	0,82	322	0,76	0,82	244	1,20	0,82	185
0,19	0,99	931	0,26	0,78	427	0,51	0,86	358	0,80	0,86	268	1,25	0,85	198
0,20	1,05	1019	0,27	0,82	457	0,53	0,90	384	0,83	0,89	286	1,30	0,89	213
0,21	1,10	1111	0,29	0,86	518	0,56	0,94	423	0,87	0,93	311	1,35	0,92	228
0,22	1,15	1206	0,30	0,90	550	0,58	0,98	450	0,90	0,97	330	1,40	0,96	243
0,23	1,20	1304	0,31	0,94	583	0,60	1,02	478	0,94	1,01	357	1,45	0,99	259
0,24	1,26	1407	0,33	0,98	651	0,63	1,07	522	0,97	1,04	377	1,50	1,02	275
0,25	1,31	1512	0,34	1,02	687	0,65	1,11	552	1,01	1,08	406	1,55	1,06	291
0,26	1,36	1622	0,35	1,06	722	0,68	1,15	598	1,04	1,12	427	1,60	1,09	309
0,27	1,41	1734	0,37	1,10	797	0,70	1,19	630	1,08	1,16	457	1,65	1,13	326
0,28	1,47	1850	0,38	1,13	836	0,72	1,23	662	1,11	1,19	480	1,70	1,16	344
0,29	1,52	1969	0,39	1,17	876	0,75	1,27	712	1,15	1,23	511	1,75	1,19	362
0,30	1,57	2092	0,40	1,21	916	0,77	1,31	746	1,18	1,27	536	1,80	1,23	381
0,31	1,62	2218	0,42	1,25	1004	0,80	1,35	800	1,22	1,31	569	1,85	1,26	400
0,32	1,68	2348	0,43	1,29	1042	0,82	1,39	835	1,25	1,35	594	1,90	1,30	420
0,33	1,73	2480	0,44	1,33	1086	0,84	1,43	872	1,29	1,38	628	1,95	1,33	440
0,34	1,78	2617	0,46	1,37	1175	0,87	1,47	929	1,32	1,42	655	2,00	1,37	460
0,35	1,83	2756	0,47	1,41	1221	0,89	1,51	968	1,36	1,46	691	2,05	1,40	481
0,36	1,88	2898	0,48	1,45	1268	0,92	1,55	1027	1,39	1,50	718	2,10	1,43	503
0,37	1,94	3044	0,50	1,49	1364	0,94	1,59	1067	1,43	1,53	756	2,15	1,47	524
0,38	1,99	3194	0,51	1,52	1413	0,96	1,64	1108	1,46	1,57	785	2,20	1,50	547
0,39	2,04	3346	0,52	1,56	1463	0,99	1,68	1171	1,50	1,61	824	2,25	1,54	569
0,40	2,09	3502	0,53	1,60	1514	1,01	1,72	1241	1,53	1,65	854	2,30	1,57	592
0,41	2,15	3661	0,55	1,64	1617	1,04	1,76	1280	1,57	1,68	895	2,35	1,60	616
0,42	2,20	3826	0,56	1,68	1671	1,06	1,80	1325	1,60	1,72	925	2,40	1,64	639
0,43	2,25	3988	0,57	1,72	1724	1,08	1,84	1370	1,64	1,76	968	2,45	1,67	664
0,44	2,30	4157	0,59	1,76	1834	1,11	1,88	1439	1,67	1,80	1000	2,50	1,71	688
0,45	2,36	4329	0,60	1,80	1891	1,13	1,92	1487	1,71	1,84	1044	2,55	1,74	713
0,46	2,41	4504	0,61	1,84	1948	1,16	1,96	1558	1,74	1,87	1077	2,60	1,77	739
0,47	2,46	4682	0,63	1,88	2064	1,18	2,00	1607	1,78	1,91	1122	2,65	1,81	765
0,48	2,51	4864	0,64	1,92	2123	1,20	2,04	1660	1,81	1,95	1157	2,70	1,84	791
0,49	2,56	5048	0,65	1,95	2183	1,23	2,08	1738	1,85	1,99	1202	2,75	1,88	818
0,50	2,62	5236	0,66	1,99	2244	1,25	2,12	1783	1,88	2,02	1238	2,80	1,91	845
0,51	2,67	5427	0,68	2,03	2368	1,28	2,17	1862	1,92	2,06	1287	2,85	1,95	872
0,52	2,72	5621	0,69	2,07	2431	1,30	2,21	1915	1,95	2,10	1324	2,90	1,98	900
0,53	2,77	5818	0,70	2,11	2495	1,32	2,25	1968	1,99	2,14	1373	2,95	2,01	929
0,54	2,83	6018	0,72	2,15	2625	1,35	2,29	2050	2,02	2,17	1411	3,00	2,05	957

Anexa II

Tabelul 4.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP
cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece PN = 6 bar

D _e 63 mm D _i 54,6 mm			D _e 75 mm D _i 65 mm			D _e 90 mm D _i 78,2 mm			D _e 110 mm D _i 95,6 mm			D _e 125 mm D _i 108,8 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,02	0,44	45	1,58	0,48	42	2,45	0,51	38	3,98	0,55	34	5,44	0,59	32
1,10	0,47	51	1,69	0,51	48	2,60	0,54	42	4,20	0,59	38	5,72	0,62	36
1,18	0,50	58	1,80	0,54	53	2,75	0,57	47	4,42	0,62	42	6,00	0,65	39
1,26	0,54	65	1,91	0,58	59	2,90	0,60	52	4,64	0,65	45	6,28	0,68	42
1,34	0,57	73	2,02	0,61	66	3,05	0,64	56	4,86	0,68	49	6,56	0,71	45
1,42	0,61	81	2,13	0,64	72	3,20	0,67	61	5,08	0,71	53	6,84	0,74	49
1,50	0,64	89	2,24	0,68	79	3,35	0,70	67	5,30	0,74	58	7,12	0,77	53
1,58	0,68	98	2,35	0,71	86	3,50	0,73	72	5,52	0,77	62	7,40	0,80	56
1,66	0,71	107	2,46	0,74	93	3,65	0,76	78	5,74	0,80	67	7,68	0,83	60
1,74	0,74	116	2,57	0,77	101	3,80	0,79	84	5,96	0,83	71	7,96	0,86	64
1,82	0,78	126	2,68	0,81	109	3,95	0,82	90	6,18	0,86	76	8,24	0,89	68
1,90	0,81	136	2,79	0,84	117	4,10	0,85	95	6,40	0,89	81	8,52	0,92	72
1,98	0,85	146	2,90	0,87	125	4,25	0,89	102	6,62	0,92	86	8,80	0,95	77
2,06	0,88	157	3,01	0,91	134	4,40	0,92	109	6,84	0,95	91	9,08	0,98	82
2,14	0,91	168	3,12	0,94	143	4,55	0,95	115	7,06	0,98	97	9,36	1,01	86
2,22	0,95	180	3,23	0,97	152	4,70	0,98	122	7,28	1,01	102	9,64	1,04	91
2,30	0,98	191	3,34	1,01	161	4,85	1,01	130	7,50	1,05	108	9,92	1,07	96
2,38	1,02	204	3,45	1,04	171	5,00	1,04	137	7,72	1,08	114	10,20	1,10	100
2,46	1,05	216	3,56	1,07	181	5,15	1,07	144	7,94	1,11	120	10,48	1,13	106
2,54	1,09	228	3,67	1,11	191	5,30	1,10	152	8,16	1,14	126	10,76	1,16	111
2,62	1,12	242	3,78	1,14	202	5,45	1,14	160	8,38	1,17	132	11,04	1,19	116
2,70	1,15	255	3,89	1,17	212	5,60	1,17	168	8,60	1,20	138	11,32	1,22	122
2,78	1,19	269	4,00	1,21	223	5,75	1,20	176	8,82	1,23	145	11,60	1,25	127
2,86	1,22	283	4,11	1,24	234	5,90	1,23	184	9,04	1,26	151	11,88	1,28	133
2,94	1,26	297	4,22	1,27	246	6,05	1,26	193	9,26	1,29	158	12,16	1,31	138
3,02	1,29	312	4,33	1,31	257	6,20	1,29	202	9,48	1,32	165	12,44	1,34	144
3,10	1,32	327	4,44	1,34	270	6,35	1,32	211	9,70	1,35	172	12,72	1,37	150
3,18	1,36	343	4,55	1,37	281	6,50	1,35	220	9,92	1,38	179	13,00	1,40	156
3,26	1,39	358	4,66	1,41	294	6,65	1,39	229	10,14	1,41	186	13,28	1,43	162
3,34	1,43	374	4,77	1,44	307	6,80	1,42	238	10,36	1,44	193	13,56	1,46	169
3,42	1,46	391	4,88	1,47	320	6,95	1,45	248	10,58	1,47	201	13,84	1,49	175
3,50	1,50	407	4,99	1,50	333	7,10	1,48	258	10,80	1,51	209	14,12	1,52	181
3,58	1,53	424	5,10	1,54	346	7,25	1,51	268	11,02	1,54	216	14,40	1,55	188
3,66	1,56	442	5,21	1,57	360	7,40	1,54	277	11,24	1,57	224	14,68	1,58	195
3,74	1,60	459	5,32	1,60	374	7,55	1,57	288	11,46	1,60	232	14,96	1,61	202
3,82	1,63	477	5,43	1,64	388	7,70	1,60	299	11,68	1,63	241	15,24	1,64	209
3,90	1,67	495	5,54	1,67	402	7,85	1,64	309	11,90	1,66	249	15,52	1,67	216
3,98	1,70	514	5,65	1,70	417	8,00	1,67	320	12,12	1,69	257	15,80	1,70	222
4,06	1,73	532	5,76	1,74	432	8,15	1,70	331	12,34	1,72	266	16,08	1,73	230
4,14	1,77	552	5,87	1,77	447	8,30	1,73	342	12,56	1,75	275	16,36	1,76	237
4,22	1,80	571	5,98	1,80	462	8,45	1,76	354	12,78	1,78	283	16,64	1,79	244
4,30	1,84	591	6,09	1,84	478	8,60	1,79	365	13,00	1,81	292	16,92	1,82	252
4,38	1,87	611	6,20	1,87	493	8,75	1,82	377	13,22	1,84	301	17,20	1,85	260
4,46	1,91	632	6,31	1,90	509	8,90	1,85	388	13,44	1,87	311	17,48	1,88	268
4,54	1,94	655	6,42	1,94	525	9,05	1,89	400	13,66	1,90	320	17,76	1,91	276
4,62	1,97	673	6,53	1,97	542	9,20	1,92	412	13,88	1,93	329	18,04	1,94	283
4,70	2,01	695	6,64	2,00	559	9,35	1,95	425	14,10	1,97	339	18,32	1,97	292
4,78	2,04	716	6,75	2,04	576	9,50	1,98	437	14,32	2,00	348	18,60	2,00	300
4,86	2,08	738	6,86	2,07	583	9,65	2,01	450	14,54	2,03	358	18,88	2,03	308
4,94	2,11	761	6,97	2,10	611	9,80	2,04	463	14,76	2,06	368	19,16	2,06	317
5,02	2,15	783	7,08	2,13	628	9,95	2,07	476	14,98	2,09	378	19,44	2,09	325
5,10	2,18	806	7,19	2,17	645	10,10	2,10	489	15,20	2,12	389	19,72	2,12	333
5,18	2,21	829	7,30	2,20	664	10,25	2,14	503	15,42	2,15	400	20,00	2,15	342

Anexa II

Tabelul 5.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă PN = 6 bar

D _e 20 mm D _i 15,4 mm			D _e 25 mm D _i 19,4 mm			D _e 32 mm D _i 25 mm			D _e 40 mm D _i 31,6 mm			D _e 50 mm D _i 39,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,11	16	0,04	0,14	18	0,08	0,16	18	0,16	0,20	20	0,30	0,25	21
0,03	0,16	33	0,05	0,18	26	0,10	0,21	26	0,20	0,25	29	0,35	0,29	27
0,04	0,21	54	0,07	0,22	48	0,13	0,26	42	0,23	0,29	37	0,40	0,33	35
0,05	0,27	79	0,08	0,27	60	0,15	0,31	54	0,27	0,34	50	0,45	0,37	42
0,06	0,32	109	0,09	0,31	74	0,18	0,36	74	0,30	0,38	60	0,50	0,41	51
0,07	0,38	143	0,11	0,36	105	0,20	0,41	90	0,34	0,43	75	0,55	0,45	61
0,08	0,43	181	0,12	0,40	122	0,22	0,46	106	0,37	0,47	87	0,60	0,49	71
0,09	0,48	222	0,13	0,44	141	0,25	0,51	133	0,41	0,52	104	0,65	0,53	82
0,10	0,54	268	0,14	0,49	161	0,27	0,55	153	0,44	0,56	118	0,70	0,57	94
0,11	0,59	318	0,16	0,53	204	0,30	0,60	184	0,48	0,61	138	0,75	0,62	106
0,12	0,64	371	0,17	0,58	227	0,32	0,65	207	0,51	0,65	154	0,80	0,66	119
0,13	0,70	427	0,18	0,62	251	0,34	0,70	230	0,55	0,70	176	0,85	0,70	132
0,14	0,75	488	0,20	0,66	303	0,37	0,75	268	0,58	0,74	194	0,90	0,74	147
0,15	0,81	552	0,21	0,71	330	0,39	0,80	295	0,62	0,78	218	0,95	0,78	162
0,16	0,86	619	0,22	0,75	359	0,42	0,85	336	0,65	0,83	238	1,00	0,82	178
0,17	0,91	690	0,24	0,80	420	0,44	0,90	365	0,69	0,87	265	1,05	0,86	194
0,18	0,97	764	0,25	0,84	451	0,46	0,95	396	0,72	0,92	286	1,10	0,90	211
0,19	1,02	842	0,26	0,88	484	0,49	0,99	444	0,76	0,96	316	1,15	0,94	229
0,20	1,07	924	0,27	0,93	518	0,51	1,04	477	0,79	1,01	338	1,20	0,98	247
0,21	1,13	1009	0,29	0,97	589	0,54	1,09	530	0,83	1,05	370	1,25	1,03	266
0,22	1,18	1097	0,30	1,02	626	0,56	1,14	565	0,86	1,10	395	1,30	1,07	286
0,23	1,24	1189	0,31	1,06	665	0,58	1,19	602	0,90	1,14	429	1,35	1,11	307
0,24	1,29	1284	0,33	1,10	744	0,61	1,24	660	0,93	1,19	455	1,40	1,15	327
0,25	1,34	1382	0,34	1,15	785	0,63	1,29	700	0,97	1,23	491	1,45	1,19	349
0,26	1,40	1484	0,35	1,19	828	0,66	1,34	762	1,00	1,28	519	1,50	1,23	371
0,27	1,45	1589	0,37	1,24	915	0,68	1,39	805	1,04	1,32	557	1,55	1,27	394
0,28	1,50	1698	0,38	1,28	960	0,70	1,43	848	1,07	1,37	587	1,60	1,31	417
0,29	1,56	1810	0,39	1,32	1007	0,73	1,48	916	1,11	1,41	628	1,65	1,35	442
0,30	1,61	1925	0,40	1,37	1054	0,75	1,53	962	1,14	1,45	659	1,70	1,40	466
0,31	1,67	2043	0,42	1,41	1152	0,78	1,58	1033	1,18	1,50	702	1,75	1,44	492
0,32	1,72	2165	0,43	1,46	1202	0,80	1,63	1082	1,21	1,54	735	1,80	1,48	518
0,33	1,77	2290	0,44	1,50	1253	0,82	1,68	1132	1,25	1,59	780	1,85	1,52	545
0,34	1,83	2419	0,46	1,54	1359	0,85	1,73	1209	1,28	1,63	815	1,90	1,56	571
0,35	1,88	2550	0,47	1,59	1413	0,87	1,78	1262	1,32	1,68	862	1,95	1,60	600
0,36	1,93	2685	0,48	1,63	1469	0,90	1,83	1343	1,35	1,72	898	2,00	1,64	628
0,37	1,99	2823	0,50	1,68	1583	0,92	1,88	1398	1,39	1,77	947	2,05	1,68	657
0,38	2,04	2964	0,51	1,72	1641	0,94	1,92	1454	1,42	1,81	985	2,10	1,72	687
0,39	2,09	3109	0,52	1,76	1700	0,97	1,97	1541	1,46	1,86	1037	2,15	1,76	717
0,40	2,15	3257	0,53	1,81	1760	0,99	2,02	1600	1,49	1,90	1077	2,20	1,81	748
0,41	2,20	3408	0,55	1,85	1884	1,02	2,07	1690	1,53	1,95	1130	2,25	1,85	780
0,42	2,26	3563	0,56	1,90	1947	1,04	2,12	1751	1,56	1,99	1172	2,30	1,89	812
0,43	2,31	3720	0,57	1,94	2011	1,06	2,17	1814	1,60	2,03	1227	2,35	1,93	845
0,44	2,36	3881	0,59	1,98	2141	1,09	2,22	1910	1,63	2,08	1270	2,40	1,97	878
0,45	2,42	4045	0,60	2,03	2210	1,11	2,27	1975	1,67	2,12	1328	2,45	2,01	913
0,46	2,47	4212	0,61	2,07	2277	1,14	2,32	2075	1,70	2,17	1373	2,50	2,05	947
0,47	2,52	4382	0,63	2,12	2417	1,16	2,36	2142	1,74	2,21	1433	2,55	2,09	983
0,48	2,58	4556	0,64	2,16	2488	1,18	2,41	2211	1,77	2,26	1479	2,60	2,13	1018
0,49	2,63	4733	0,65	2,20	2560	1,21	2,46	2316	1,81	2,30	1541	2,65	2,17	1055
0,50	2,69	4913	0,66	2,25	2632	1,23	2,51	2387	1,84	2,35	1588	2,70	2,22	1092
0,51	2,74	5096	0,68	2,29	2781	1,26	2,56	2490	1,88	2,39	1653	2,75	2,26	1130
0,52	2,79	5283	0,69	2,34	2857	1,28	2,61	2570	1,91	2,44	1702	2,80	2,30	1168
0,53	2,85	5472	0,70	2,38	2934	1,30	2,66	2644	1,95	2,48	1768	2,85	2,34	1207
0,54	2,90	5665	0,72	2,42	3090	1,33	2,71	2759	1,98	2,53	1849	2,90	2,38	1246

Anexa II

Tabelul 6.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece PN = 10 bar

D _e 63 mm D _i 49,8 mm			D _e 75 mm D _i 59,4 mm			D _e 90 mm D _i 71,4 mm			D _e 110 mm D _i 87,6 mm			D _e 125 mm D _i 99,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,8	0,41	46	1,3	0,47	46	2	0,5	41	3,2	0,53	36	4,5	0,58	36
0,88	0,45	54	1,41	0,51	53	2,15	0,54	47	3,42	0,57	40	4,78	0,62	40
0,96	0,49	63	1,52	0,55	61	2,3	0,57	52	3,64	0,6	45	5,06	0,65	44
1,04	0,53	72	1,63	0,59	69	2,45	0,61	59	3,86	0,64	50	5,34	0,69	48
1,12	0,58	83	1,74	0,63	78	2,6	0,65	66	4,08	0,68	55	5,62	0,72	53
1,2	0,62	93	1,85	0,67	87	2,75	0,69	73	4,3	0,71	60	5,9	0,76	58
1,28	0,66	105	1,96	0,71	96	2,9	0,72	80	4,52	0,75	66	6,18	0,8	63
1,36	0,7	117	2,07	0,75	106	3,05	0,76	87	4,74	0,79	72	6,46	0,83	68
1,44	0,74	129	2,18	0,79	116	3,2	0,8	95	4,96	0,82	78	6,74	0,87	74
1,52	0,78	142	2,29	0,83	127	3,35	0,84	103	5,18	0,86	84	7,02	0,91	79
1,6	0,82	156	2,4	0,87	138	3,5	0,87	112	5,4	0,9	91	7,3	0,94	85
1,68	0,86	170	2,51	0,91	149	3,65	0,91	121	5,62	0,93	98	7,58	0,98	91
1,76	0,9	185	2,62	0,95	161	3,8	0,95	130	5,84	0,97	105	7,86	1,01	97
1,84	0,95	200	2,73	0,99	173	3,95	0,99	139	6,06	1,01	112	8,14	1,05	104
1,92	0,99	216	2,84	1,03	186	4,1	1,02	148	6,28	1,04	119	8,42	1,09	110
2	1,03	232	2,95	1,07	199	4,25	1,06	158	6,5	1,08	127	8,7	1,12	117
2,08	1,07	249	3,06	1,1	213	4,4	1,1	169	6,72	1,12	135	8,98	1,16	124
2,16	1,11	266	3,17	1,14	227	4,55	1,14	179	6,94	1,15	143	9,26	1,19	131
2,24	1,15	284	3,28	1,18	241	4,7	1,17	190	7,16	1,19	151	9,54	1,23	138
2,32	1,19	303	3,39	1,22	256	4,85	1,21	200	7,38	1,23	160	9,82	1,27	145
2,4	1,23	322	3,5	1,26	271	5	1,25	212	7,6	1,26	168	10,1	1,3	153
2,48	1,27	341	3,61	1,3	287	5,15	1,29	224	7,82	1,3	177	10,38	1,34	161
2,56	1,31	362	3,72	1,34	303	5,3	1,32	236	8,04	1,33	186	10,66	1,37	169
2,64	1,36	382	3,83	1,38	319	5,45	1,36	248	8,26	1,37	196	10,94	1,41	177
2,72	1,4	403	3,94	1,42	336	5,6	1,4	260	8,48	1,41	205	11,22	1,45	185
2,8	1,44	425	4,05	1,46	353	5,75	1,44	273	8,7	1,44	215	11,5	1,48	194
2,88	1,48	447	4,16	1,5	370	5,9	1,47	286	8,92	1,48	225	11,78	1,52	202
2,96	1,52	470	4,27	1,54	388	6,05	1,51	300	9,14	1,52	235	12,06	1,55	211
3,04	1,56	492	4,38	1,58	407	6,2	1,55	313	9,36	1,55	245	12,34	1,59	220
3,12	1,6	516	4,49	1,62	425	6,35	1,59	327	9,58	1,59	256	12,62	1,63	229
3,2	1,64	541	4,6	1,66	444	6,5	1,62	341	9,8	1,63	267	12,9	1,66	239
3,28	1,68	565	4,71	1,7	464	6,65	1,66	355	10,02	1,66	278	13,18	1,7	248
3,36	1,73	591	4,82	1,74	484	6,8	1,7	370	10,24	1,7	289	13,46	1,74	258
3,44	1,77	616	4,93	1,78	504	6,95	1,74	385	10,46	1,74	300	13,74	1,77	268
3,52	1,81	642	5,04	1,82	524	7,1	1,77	400	10,68	1,77	312	14,02	1,81	278
3,6	1,85	669	5,15	1,86	545	7,25	1,81	416	10,9	1,81	324	14,3	1,84	288
3,68	1,89	696	5,26	1,9	566	7,4	1,85	432	11,12	1,85	336	14,58	1,88	298
3,76	1,93	724	5,37	1,94	588	7,55	1,89	448	11,34	1,88	348	14,86	1,92	309
3,84	1,97	752	5,48	1,98	610	7,7	1,92	464	11,56	1,92	361	15,14	1,95	319
3,92	2,01	781	5,59	2,02	633	7,85	1,96	481	11,78	1,96	373	15,42	1,99	330
4	2,05	810	5,7	2,06	655	8	2	497	12	1,99	386	15,7	2,02	341
4,08	2,1	840	5,81	2,1	679	8,15	2,04	515	12,22	2,03	399	15,98	2,06	353
4,16	2,14	870	5,92	2,14	702	8,3	2,07	532	12,44	2,07	412	16,26	2,1	364
4,24	2,18	900	6,03	2,18	726	8,45	2,11	550	12,66	2,1	426	16,54	2,13	375
4,32	2,22	932	6,14	2,22	751	8,6	2,15	568	12,88	2,14	439	16,82	2,17	387
4,4	2,26	963	6,25	2,26	775	8,75	2,19	586	13,1	2,17	453	17,1	2,2	400
4,48	2,3	995	6,36	2,3	800	8,9	2,22	604	13,32	2,21	467	17,38	2,24	411
4,56	2,34	1028	6,47	2,34	826	9,05	2,26	623	13,54	2,25	481	17,66	2,28	423
4,64	2,38	1061	6,58	2,38	851	9,2	2,3	642	13,76	2,28	496	17,94	2,31	436
4,72	2,42	1095	6,69	2,42	878	9,35	2,34	661	13,98	2,32	510	18,22	2,35	448
4,8	2,47	1129	6,8	2,46	904	9,5	2,37	681	14,2	2,36	525	18,5	2,39	461
4,88	2,51	1163	6,91	2,49	931	9,65	2,41	700	14,42	2,39	540	18,78	2,42	474
4,96	2,55	1198	7,02	2,53	958	9,8	2,45	720	14,64	2,43	555	19,06	2,46	487

Anexa II

Tabelul 7.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP
cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă PN = 10 bar

D _e 20 mm D _i 13,4 mm			D _e 25 mm D _i 16,8 mm			D _e 32 mm D _i 21,6 mm			D _e 40 mm D _i 27,2 mm			D _e 50 mm D _i 34,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,015	0,11	19	0,030	0,14	22	0,08	0,22	36	0,16	0,28	40	0,30	0,32	40
0,020	0,14	32	0,039	0,18	34	0,10	0,26	53	0,18	0,31	50	0,33	0,36	47
0,025	0,18	46	0,048	0,22	49	0,11	0,30	63	0,20	0,35	60	0,36	0,39	55
0,030	0,21	63	0,057	0,26	66	0,13	0,34	84	0,23	0,39	77	0,39	0,42	63
0,035	0,25	83	0,066	0,30	85	0,14	0,38	96	0,25	0,43	89	0,42	0,45	72
0,040	0,28	105	0,075	0,34	107	0,16	0,42	121	0,27	0,45	102	0,45	0,48	82
0,045	0,32	128	0,084	0,38	130	0,17	0,46	135	0,29	0,50	116	0,48	0,52	92
0,050	0,35	154	0,093	0,42	155	0,19	0,51	165	0,31	0,54	130	0,51	0,55	102
0,055	0,39	182	0,102	0,46	183	0,20	0,55	181	0,34	0,58	153	0,54	0,58	113
0,060	0,43	212	0,111	0,50	212	0,22	0,59	214	0,36	0,62	170	0,57	0,61	125
0,065	0,46	244	0,120	0,54	244	0,23	0,63	231	0,38	0,65	187	0,60	0,65	137
0,070	0,50	278	0,129	0,58	277	0,25	0,67	269	0,40	0,69	205	0,63	0,68	149
0,075	0,53	314	0,138	0,62	313	0,26	0,71	288	0,42	0,73	224	0,66	0,71	162
0,080	0,57	352	0,147	0,66	350	0,28	0,75	329	0,45	0,77	253	0,69	0,74	176
0,085	0,60	392	0,156	0,70	389	0,29	0,79	351	0,47	0,81	274	0,72	0,78	190
0,090	0,64	434	0,165	0,74	430	0,31	0,83	395	0,49	0,84	295	0,75	0,81	204
0,095	0,67	478	0,174	0,79	473	0,32	0,87	418	0,51	0,88	317	0,78	0,84	219
0,100	0,71	523	0,183	0,83	517	0,34	0,91	467	0,53	0,92	340	0,81	0,87	235
0,105	0,74	571	0,192	0,87	563	0,35	0,96	491	0,56	0,96	375	0,84	0,90	241
0,110	0,78	620	0,201	0,91	612	0,37	1,00	543	0,58	1,00	400	0,87	0,94	267
0,115	0,82	671	0,210	0,95	662	0,38	1,04	570	0,60	1,03	426	0,90	0,97	274
0,120	0,85	724	0,219	0,99	714	0,40	1,08	625	0,62	1,07	452	0,93	1,00	301
0,125	0,89	779	0,228	1,03	767	0,41	1,12	654	0,64	1,11	478	0,96	1,03	319
0,130	0,92	836	0,237	1,07	823	0,43	1,16	713	0,67	1,15	520	0,99	1,07	337
0,135	0,96	894	0,246	1,11	881	0,44	1,20	743	0,69	1,18	548	1,02	1,10	356
0,140	0,99	955	0,255	1,15	939	0,46	1,24	806	0,71	1,22	577	1,05	1,13	375
0,145	1,03	1017	0,264	1,19	999	0,47	1,28	838	0,73	1,26	607	1,08	1,16	385
0,150	1,06	1081	0,273	1,23	1062	0,49	1,32	904	0,75	1,30	638	1,11	1,19	415
0,155	1,10	1146	0,282	1,27	1126	0,50	1,37	937	0,78	1,34	685	1,14	1,23	436
0,160	1,14	1213	0,291	1,31	1192	0,52	1,41	1007	0,80	1,37	717	1,17	1,26	457
0,165	1,17	1283	0,300	1,35	1260	0,53	1,45	1042	0,82	1,41	750	1,20	1,29	479
0,170	1,21	1354	0,309	1,39	1329	0,55	1,49	1115	0,84	1,45	784	1,23	1,32	501
0,175	1,24	1426	0,318	1,44	1400	0,56	1,53	1152	0,86	1,49	819	1,26	1,36	523
0,180	1,28	1501	0,327	1,48	1473	0,58	1,57	1228	0,89	1,53	871	1,29	1,39	546
0,185	1,31	1577	0,336	1,52	1548	0,59	1,61	1267	0,91	1,56	908	1,32	1,42	570
0,190	1,35	1655	0,345	1,56	1625	0,61	1,65	1347	0,93	1,60	944	1,35	1,45	593
0,195	1,38	1735	0,354	1,60	1702	0,62	1,69	1387	0,95	1,64	982	1,38	1,49	618
0,200	1,42	1816	0,363	1,64	1782	0,64	1,73	1470	0,97	1,68	1020	1,41	1,52	643
0,205	1,45	1899	0,372	1,68	1863	0,65	1,77	1512	1,00	1,71	1078	1,44	1,55	668
0,210	1,49	1984	0,381	1,72	1946	0,67	1,82	1599	1,02	1,75	1118	1,47	1,58	693
0,215	1,53	2071	0,390	1,76	2031	0,68	1,86	1643	1,04	1,79	1159	1,50	1,61	720
0,220	1,56	2159	0,399	1,80	2117	0,70	1,90	1732	1,06	1,83	1200	1,53	1,65	746
0,225	1,60	2249	0,408	1,84	2205	0,71	1,94	1778	1,08	1,87	1242	1,56	1,68	773
0,230	1,63	2341	0,417	1,88	2295	0,73	1,98	1871	1,11	1,90	1306	1,59	1,71	801
0,235	1,67	2434	0,426	1,92	2387	0,74	2,02	1918	1,13	1,94	1350	1,62	1,74	829
0,240	1,70	2529	0,435	1,96	2480	0,76	2,06	2015	1,15	1,98	1394	1,65	1,78	857
0,245	1,74	2626	0,444	2,00	2575	0,77	2,10	2064	1,17	2,02	1439	1,68	1,81	886
0,250	1,77	2724	0,453	2,04	2671	0,79	2,14	2163	1,19	2,06	1484	1,71	1,84	915
0,255	1,81	2825	0,462	2,09	2769	0,80	2,18	2214	1,22	2,09	1559	1,74	1,87	945
0,260	1,84	2927	0,471	2,13	2869	0,82	2,23	2317	1,24	2,13	1601	1,77	1,91	975
0,265	1,88	3030	0,480	2,17	2971	0,83	2,27	2369	1,26	2,17	1649	1,80	1,94	1006
0,270	1,92	3135	0,489	2,21	3074	0,85	2,31	2476	1,28	2,21	1698	1,83	1,97	1037
0,275	1,95	3242	0,498	2,25	3179	0,86	2,35	2530	1,30	2,25	1747	1,86	2,00	1068

Anexa II

Tabelul 7.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP
cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă caldă PN = 10 bar

D _e 63 mm D _i 43,6 mm			D _e 75 mm D _i 51,6 mm			D _e 90 mm D _i 62 mm			D _e 110 mm D _i 76 mm			D _e 125 mm D _i 86,4 mm		
Q _c l/s	v m/s	i Pa/m	Q _c l/s	v m/s	i Pa/m	Q _c l/s	v m/s	i Pa/m	Q _c l/s	v m/s	i Pa/m	Q _c l/s	v m/s	i Pa/m
0,60	0,40	44	0,90	0,43	40	1,5	0,50	41	2,40	0,53	36	3,2	0,55	33
0,65	0,44	50	0,97	0,46	46	1,6	0,53	46	2,55	0,56	40	3,4	0,58	36
0,70	0,47	58	1,04	0,50	52	1,7	0,56	52	2,70	0,60	45	3,6	0,61	41
0,75	0,50	65	1,11	0,53	58	1,8	0,60	57	2,85	0,63	49	3,8	0,65	45
0,80	0,54	73	1,18	0,56	65	1,9	0,63	63	3,00	0,66	54	4,0	0,68	49
0,85	0,57	81	1,25	0,60	72	2,0	0,66	70	3,15	0,69	59	4,2	0,72	53
0,90	0,60	90	1,32	0,63	80	2,1	0,70	76	3,30	0,73	64	4,4	0,75	58
0,95	0,64	99	1,39	0,67	88	2,2	0,73	83	3,45	0,76	70	4,6	0,78	63
1,00	0,67	109	1,46	0,70	96	2,3	0,76	89	3,60	0,79	75	4,8	0,82	68
1,05	0,70	119	1,53	0,73	104	2,4	0,80	97	3,75	0,83	81	5,0	0,85	73
1,10	0,74	130	1,60	0,77	113	2,5	0,83	104	3,90	0,86	87	5,2	0,89	79
1,15	0,77	140	1,67	0,80	122	2,6	0,86	112	4,05	0,89	93	5,4	0,92	84
1,20	0,80	152	1,74	0,83	131	2,7	0,89	120	4,20	0,93	100	5,6	0,96	90
1,25	0,84	163	1,81	0,87	141	2,8	0,93	128	4,35	0,96	106	5,8	0,99	96
1,30	0,87	175	1,88	0,90	151	2,9	0,96	136	4,50	0,99	113	6,0	1,02	102
1,35	0,90	188	1,95	0,93	161	3,0	0,99	145	4,65	1,03	120	6,2	1,06	109
1,40	0,94	200	2,02	0,97	172	3,1	1,03	154	4,80	1,06	127	6,4	1,09	115
1,45	0,97	214	2,09	1,00	183	3,2	1,06	163	4,95	1,09	134	6,6	1,13	122
1,50	1,01	227	2,16	1,03	194	3,3	1,09	172	5,10	1,12	142	6,8	1,16	129
1,55	1,04	241	2,23	1,07	206	3,4	1,13	182	5,25	1,16	150	7,0	1,19	136
1,60	1,07	255	2,30	1,10	218	3,5	1,16	192	5,40	1,19	158	7,2	1,23	143
1,65	1,11	270	2,37	1,13	230	3,6	1,19	202	5,55	1,22	166	7,4	1,26	150
1,70	1,14	285	2,44	1,17	243	3,7	1,23	213	5,70	1,26	174	7,6	1,30	158
1,75	1,17	301	2,51	1,20	256	3,8	1,26	223	5,85	1,29	182	7,8	1,33	166
1,80	1,21	316	2,58	1,23	269	3,9	1,29	234	6,00	1,32	191	8,0	1,37	173
1,85	1,24	332	2,65	1,27	282	4,0	1,33	245	6,15	1,36	200	8,2	1,40	181
1,90	1,27	349	2,72	1,30	296	4,1	1,36	256	6,30	1,39	209	8,4	1,43	190
1,95	1,31	366	2,79	1,33	310	4,2	1,39	268	6,45	1,42	218	8,6	1,47	198
2,00	1,34	383	2,86	1,37	325	4,3	1,43	280	6,60	1,46	228	8,8	1,50	207
2,05	1,37	401	2,93	1,40	339	4,4	1,46	292	6,75	1,49	237	9,0	1,54	215
2,10	1,41	419	3,00	1,44	354	4,5	1,49	304	6,90	1,52	247	9,2	1,57	224
2,15	1,44	438	3,07	1,47	370	4,6	1,52	317	7,05	1,55	257	9,4	1,60	233
2,20	1,47	456	3,14	1,50	385	4,7	1,56	330	7,20	1,59	267	9,6	1,64	242
2,25	1,51	476	3,21	1,54	401	4,8	1,59	343	7,35	1,62	277	9,8	1,67	252
2,30	1,54	495	3,28	1,57	417	4,9	1,62	356	7,50	1,65	288	10,0	1,71	262
2,35	1,57	515	3,35	1,60	434	5,0	1,66	369	7,65	1,69	299	10,2	1,74	271
2,40	1,61	535	3,42	1,64	450	5,1	1,69	383	7,80	1,72	310	10,4	1,77	281
2,45	1,64	556	3,49	1,67	468	5,2	1,72	397	7,95	1,75	321	10,6	1,81	291
2,50	1,68	577	3,56	1,70	485	5,3	1,76	412	8,10	1,79	332	10,8	1,84	301
2,55	1,71	598	3,63	1,74	503	5,4	1,79	426	8,25	1,82	344	11,0	1,88	312
2,60	1,74	620	3,70	1,77	521	5,5	1,82	440	8,40	1,85	355	11,2	1,91	322
2,65	1,78	642	3,77	1,80	539	5,6	1,86	455	8,55	1,89	367	11,4	1,95	333
2,70	1,81	665	3,84	1,84	558	5,7	1,89	470	8,70	1,92	379	11,6	1,98	344
2,75	1,84	688	3,91	1,87	576	5,8	1,92	485	8,85	1,95	391	11,8	2,01	355
2,80	1,88	711	3,98	1,90	596	5,9	1,96	501	9,00	1,98	403	12,0	2,05	366
2,85	1,91	734	4,05	1,94	615	6,0	1,99	517	9,15	2,02	416	12,2	2,08	377
2,90	1,94	758	4,12	1,97	635	6,1	2,02	533	9,30	2,05	429	12,4	2,12	389
2,95	1,98	782	4,19	2,00	655	6,2	2,05	549	9,45	2,08	442	12,6	2,15	401
3,00	2,01	807	4,26	2,04	675	6,3	2,09	566	9,60	2,12	455	12,8	2,18	413
3,05	2,04	832	4,33	2,07	696	6,4	2,12	583	9,75	2,15	468	13,0	2,22	425
3,10	2,08	857	4,40	2,11	717	6,5	2,15	599	9,90	2,18	481	13,2	2,25	437
3,15	2,11	883	4,47	2,14	738	6,6	2,19	616	10,05	2,22	495	13,4	2,29	450
3,20	2,14	909	4,54	2,17	760	6,7	2,22	634	10,20	2,25	509	13,6	2,32	462

Anexa II

Tabelul 8.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP
cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece PN = 16 bar

D _e 20 mm D _i 13,4 mm			D _e 25 mm D _i 16,8 mm			D _e 32 mm D _i 21,6 mm			D _e 40 mm D _i 27,2 mm			D _e 50 mm D _i 34,4 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,015	0,11	25	0,030	0,14	27	0,08	0,22	44	0,16	0,28	49	0,30	0,32	48
0,020	0,14	40	0,039	0,18	42	0,10	0,26	65	0,18	0,31	60	0,33	0,36	56
0,025	0,18	56	0,048	0,22	60	0,11	0,30	76	0,20	0,35	72	0,36	0,39	66
0,030	0,21	79	0,057	0,26	81	0,13	0,34	102	0,23	0,39	92	0,39	0,42	75
0,035	0,25	102	0,066	0,30	104	0,14	0,38	116	0,25	0,43	106	0,42	0,45	86
0,040	0,28	128	0,075	0,34	129	0,16	0,42	146	0,27	0,46	121	0,45	0,48	97
0,045	0,32	157	0,084	0,38	157	0,17	0,46	162	0,29	0,50	137	0,48	0,52	108
0,050	0,35	188	0,093	0,42	188	0,19	0,51	196	0,31	0,54	154	0,51	0,55	121
0,055	0,39	221	0,102	0,46	220	0,20	0,55	215	0,34	0,58	182	0,54	0,58	134
0,060	0,43	257	0,111	0,50	255	0,22	0,59	254	0,36	0,62	200	0,57	0,61	147
0,065	0,46	295	0,120	0,54	292	0,23	0,63	275	0,38	0,65	231	0,60	0,65	161
0,070	0,50	336	0,129	0,58	331	0,25	0,67	318	0,40	0,69	242	0,63	0,68	175
0,075	0,53	378	0,138	0,62	373	0,26	0,71	341	0,42	0,73	263	0,66	0,71	190
0,080	0,57	423	0,147	0,66	416	0,28	0,75	388	0,45	0,77	298	0,69	0,74	206
0,085	0,60	470	0,156	0,70	462	0,29	0,79	413	0,47	0,81	321	0,72	0,78	222
0,090	0,64	519	0,165	0,74	509	0,31	0,83	465	0,49	0,84	346	0,75	0,81	239
0,095	0,67	570	0,174	0,79	559	0,32	0,87	491	0,51	0,88	371	0,78	0,84	256
0,100	0,71	624	0,183	0,83	611	0,34	0,91	547	0,53	0,92	398	0,81	0,87	274
0,105	0,74	679	0,192	0,87	665	0,35	0,96	576	0,56	0,96	438	0,84	0,90	292
0,110	0,78	737	0,201	0,91	721	0,37	1,00	635	0,58	1,00	467	0,87	0,94	311
0,115	0,82	797	0,210	0,95	778	0,38	1,04	666	0,60	1,03	496	0,90	0,97	330
0,120	0,85	858	0,219	0,99	838	0,40	1,08	730	0,62	1,07	525	0,93	1,00	350
0,125	0,89	922	0,228	1,03	900	0,41	1,12	762	0,64	1,11	556	0,96	1,03	370
0,130	0,92	988	0,237	1,07	964	0,43	1,16	830	0,67	1,15	603	0,99	1,07	391
0,135	0,96	1055	0,246	1,11	1030	0,44	1,20	864	0,69	1,18	636	1,02	1,10	412
0,140	0,99	1125	0,255	1,15	1097	0,45	1,24	935	0,71	1,22	669	1,05	1,13	435
0,145	1,03	1197	0,264	1,19	1166	0,47	1,28	972	0,73	1,26	703	1,08	1,16	457
0,150	1,06	1271	0,273	1,23	1238	0,49	1,32	1047	0,75	1,30	738	1,11	1,19	480
0,155	1,10	1346	0,282	1,27	1312	0,50	1,37	1085	0,78	1,34	791	1,14	1,23	504
0,160	1,14	1424	0,291	1,31	1387	0,52	1,41	1164	0,80	1,37	828	1,17	1,26	527
0,165	1,17	1503	0,300	1,35	1464	0,53	1,45	1204	0,82	1,41	866	1,20	1,29	552
0,170	1,21	1585	0,309	1,39	1543	0,55	1,49	1287	0,84	1,45	904	1,23	1,32	577
0,175	1,24	1668	0,318	1,44	1624	0,56	1,53	1329	0,86	1,49	943	1,26	1,36	602
0,180	1,28	1753	0,327	1,48	1707	0,58	1,57	1415	0,89	1,53	1002	1,29	1,39	628
0,185	1,31	1841	0,336	1,52	1792	0,59	1,61	1459	0,91	1,56	1043	1,32	1,42	655
0,190	1,35	1930	0,345	1,56	1878	0,61	1,65	1549	0,93	1,60	1085	1,35	1,45	682
0,195	1,38	2021	0,354	1,60	1967	0,62	1,69	1595	0,95	1,64	1127	1,38	1,49	709
0,200	1,42	2114	0,363	1,64	2057	0,64	1,73	1688	0,97	1,68	1170	1,41	1,52	737
0,205	1,45	2209	0,372	1,68	2149	0,65	1,77	1736	1,00	1,71	1236	1,44	1,55	766
0,210	1,49	2305	0,381	1,72	2243	0,67	1,82	1833	1,02	1,75	1281	1,47	1,58	795
0,215	1,53	2404	0,390	1,76	2339	0,68	1,86	1883	1,04	1,79	1326	1,50	1,61	824
0,220	1,56	2504	0,399	1,80	2436	0,70	1,90	1983	1,06	1,83	1373	1,53	1,65	854
0,225	1,60	2607	0,408	1,84	2536	0,71	1,94	2035	1,08	1,87	1420	1,56	1,68	884
0,230	1,63	2711	0,417	1,88	2636	0,73	1,98	2139	1,11	1,90	1491	1,59	1,71	915
0,235	1,67	2717	0,426	1,92	2740	0,74	2,02	2192	1,13	1,94	1540	1,62	1,74	946
0,240	1,70	2924	0,435	1,96	2845	0,76	2,06	2300	1,15	1,98	1590	1,65	1,78	979
0,245	1,74	3034	0,444	2,00	2951	0,77	2,10	2355	1,17	2,02	1640	1,68	1,81	1011
0,250	1,77	3145	0,453	2,04	3059	0,79	2,14	2466	1,19	2,06	1691	1,71	1,84	1040
0,255	1,81	3259	0,462	2,09	3170	0,80	2,18	2523	1,22	2,09	1769	1,74	1,87	1077
0,260	1,84	3374	0,471	2,13	3282	0,82	2,23	2638	1,24	2,13	1821	1,77	1,91	1111
0,265	1,88	3491	0,480	2,17	3395	0,83	2,27	2696	1,26	2,17	1875	1,80	1,94	1145
0,270	1,92	3609	0,489	2,21	3511	0,85	2,31	2815	1,28	2,21	1929	1,83	1,97	1180
0,275	1,95	3730	0,498	2,25	3641	0,86	2,35	2875	1,30	2,25	1984	1,86	2,00	1215

Anexa II

Tabelul 8.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PP
cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece PN = 16 bar

D_e 63 mm D_i 43,6 mm			D_e 75 mm D_i 51,6 mm			D_e 90 mm D_i 62 mm			D_e 110 mm D_i 76 mm			D_e 125 mm D_i 86,4 mm		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,60	0,40	52	0,90	0,43	47	1,5	0,50	47	2,40	0,53	42	3,2	0,55	38
0,65	0,44	60	0,97	0,46	54	1,6	0,53	54	2,55	0,56	47	3,4	0,58	42
0,70	0,47	68	1,04	0,50	61	1,7	0,56	61	2,70	0,60	52	3,6	0,61	47
0,75	0,50	77	1,11	0,53	68	1,8	0,60	67	2,85	0,63	57	3,8	0,65	52
0,80	0,54	86	1,18	0,56	76	1,9	0,63	74	3,00	0,66	63	4,0	0,68	57
0,85	0,57	96	1,25	0,60	86	2,0	0,66	81	3,15	0,69	69	4,2	0,72	62
0,90	0,60	106	1,32	0,63	93	2,1	0,70	88	3,30	0,73	74	4,4	0,75	67
0,95	0,64	117	1,39	0,67	102	2,2	0,73	96	3,45	0,76	81	4,6	0,78	73
1,00	0,67	128	1,46	0,70	111	2,3	0,76	104	3,60	0,79	87	4,8	0,82	79
1,05	0,70	139	1,53	0,73	121	2,4	0,80	112	3,75	0,83	94	5,0	0,85	85
1,10	0,74	151	1,60	0,77	131	2,5	0,83	121	3,90	0,86	100	5,2	0,89	91
1,15	0,77	164	1,67	0,80	141	2,6	0,86	129	4,05	0,89	108	5,4	0,92	97
1,20	0,80	177	1,74	0,83	152	2,7	0,89	138	4,20	0,93	115	5,6	0,96	104
1,25	0,84	190	1,81	0,87	164	2,8	0,93	148	4,35	0,96	122	5,8	0,99	111
1,30	0,87	204	1,88	0,90	175	2,9	0,96	157	4,50	0,99	130	6,0	1,02	117
1,35	0,90	218	1,95	0,93	187	3,0	0,99	167	4,65	1,03	138	6,2	1,06	125
1,40	0,94	232	2,02	0,97	199	3,1	1,03	177	4,80	1,06	146	6,4	1,09	132
1,45	0,97	247	2,09	1,00	212	3,2	1,06	188	4,95	1,09	154	6,6	1,13	140
1,50	1,01	263	2,16	1,03	224	3,3	1,09	198	5,10	1,12	163	6,8	1,16	147
1,55	1,04	279	2,23	1,07	238	3,4	1,13	209	5,25	1,16	171	7,0	1,19	155
1,60	1,07	295	2,30	1,10	251	3,5	1,16	221	5,40	1,19	180	7,2	1,23	163
1,65	1,11	312	2,37	1,13	265	3,6	1,19	232	5,55	1,22	190	7,4	1,26	172
1,70	1,14	329	2,44	1,17	279	3,7	1,23	244	5,70	1,26	199	7,6	1,30	180
1,75	1,17	347	2,51	1,20	294	3,8	1,26	256	5,85	1,29	208	7,8	1,33	189
1,80	1,21	364	2,58	1,23	309	3,9	1,29	268	6,00	1,32	218	8,0	1,37	198
1,85	1,24	383	2,65	1,27	324	4,0	1,33	281	6,15	1,36	228	8,2	1,40	207
1,90	1,27	402	2,72	1,30	340	4,1	1,36	293	6,30	1,39	238	8,4	1,43	216
1,95	1,31	421	2,79	1,33	356	4,2	1,39	306	6,45	1,42	249	8,6	1,47	225
2,00	1,34	441	2,86	1,37	372	4,3	1,43	320	6,60	1,46	259	8,8	1,50	235
2,05	1,37	460	2,93	1,40	388	4,4	1,46	333	6,75	1,49	270	9,0	1,54	245
2,10	1,41	481	3,00	1,44	405	4,5	1,49	347	6,90	1,52	281	9,2	1,57	255
2,15	1,44	502	3,07	1,47	422	4,6	1,52	361	7,05	1,55	292	9,4	1,60	265
2,20	1,47	523	3,14	1,50	440	4,7	1,56	375	7,20	1,59	304	9,6	1,64	275
2,25	1,51	544	3,21	1,54	457	4,8	1,59	390	7,35	1,62	315	9,8	1,67	285
2,30	1,54	566	3,28	1,57	476	4,9	1,62	405	7,50	1,65	327	10,0	1,71	296
2,35	1,57	589	3,35	1,60	494	5,0	1,66	420	7,65	1,69	339	10,2	1,74	307
2,40	1,61	612	3,42	1,64	513	5,1	1,69	435	7,80	1,72	351	10,4	1,77	318
2,45	1,64	634	3,49	1,67	532	5,2	1,72	451	7,95	1,75	363	10,6	1,81	329
2,50	1,68	658	3,56	1,70	552	5,3	1,76	467	8,10	1,79	376	10,8	1,84	341
2,55	1,71	682	3,63	1,74	572	5,4	1,79	483	8,25	1,82	389	11,0	1,88	352
2,60	1,74	707	3,70	1,77	592	5,5	1,82	499	8,40	1,85	402	11,2	1,91	364
2,65	1,78	731	3,77	1,80	613	5,6	1,86	516	8,55	1,89	415	11,4	1,95	376
2,70	1,81	757	3,84	1,84	633	5,7	1,89	533	8,70	1,92	428	11,6	1,98	388
2,75	1,84	782	3,91	1,87	654	5,8	1,92	550	8,85	1,95	442	11,8	2,01	400
2,80	1,88	808	3,98	1,90	675	5,9	1,96	567	9,00	1,98	455	12,0	2,05	413
2,85	1,91	834	4,05	1,94	697	6,0	1,99	584	9,15	2,02	469	12,2	2,08	425
2,90	1,94	861	4,12	1,97	720	6,1	2,02	602	9,30	2,05	483	12,4	2,12	438
2,95	1,98	888	4,19	2,00	742	6,2	2,05	621	9,45	2,08	498	12,6	2,15	451
3,00	2,01	916	4,26	2,04	764	6,3	2,09	639	9,60	2,12	512	12,8	2,18	464
3,05	2,04	944	4,33	2,07	787	6,4	2,12	657	9,75	2,15	527	13,0	2,22	478
3,10	2,08	970	4,40	2,11	811	6,5	2,15	676	9,90	2,18	542	13,2	2,25	491
3,15	2,11	1000	4,47	2,14	834	6,6	2,19	695	10,05	2,22	557	13,4	2,29	505
3,20	2,14	1030	4,54	2,17	859	6,7	2,22	715	10,20	2,25	572	13,6	2,32	519

Anexa II

Tabelul 9.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PE
cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece PN = 6 bar

D _e 20 mm D _i 15,2 mm			D _e 25 mm D _i 20,2 mm			D _e 32 mm D _i 27,2 mm			D _e 40 mm D _i 35,2 mm			D _e 50 mm D _i 44,2 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,11	22	0,04	0,12	17	0,10	0,17	22	0,20	0,21	21	0,40	0,26	24
0,03	0,17	43	0,05	0,17	27	0,12	0,21	30	0,24	0,24	29	0,45	0,29	29
0,04	0,22	71	0,07	0,21	48	0,15	0,25	44	0,27	0,28	36	0,50	0,33	35
0,05	0,28	104	0,08	0,25	60	0,17	0,30	54	0,31	0,31	45	0,55	0,36	42
0,06	0,33	142	0,09	0,29	74	0,20	0,34	72	0,34	0,35	53	0,60	0,39	47
0,07	0,39	185	0,11	0,33	105	0,22	0,38	85	0,38	0,39	65	0,65	0,42	56
0,08	0,44	233	0,12	0,37	122	0,24	0,42	99	0,41	0,42	74	0,70	0,46	64
0,09	0,50	285	0,13	0,41	140	0,27	0,46	121	0,45	0,46	87	0,75	0,49	72
0,10	0,55	342	0,14	0,45	159	0,29	0,50	137	0,48	0,49	97	0,80	0,52	81
0,11	0,61	404	0,16	0,49	200	0,32	0,54	163	0,52	0,53	112	0,85	0,55	90
0,12	0,66	470	0,17	0,53	222	0,34	0,59	181	0,55	0,57	124	0,90	0,59	99
0,13	0,72	544	0,18	0,57	246	0,36	0,63	200	0,59	0,60	140	0,95	0,62	109
0,14	0,77	616	0,20	0,61	296	0,39	0,67	231	0,62	0,64	153	1,00	0,65	120
0,15	0,83	695	0,21	0,65	323	0,41	0,71	252	0,66	0,67	171	1,05	0,68	130
0,16	0,88	778	0,22	0,69	350	0,44	0,75	286	0,69	0,71	184	1,10	0,72	142
0,17	0,94	866	0,24	0,73	408	0,46	0,79	309	0,73	0,75	204	1,15	0,75	153
0,18	0,99	958	0,25	0,77	438	0,48	0,83	333	0,76	0,78	219	1,20	0,78	165
0,19	1,05	1054	0,26	0,81	470	0,51	0,87	371	0,80	0,82	240	1,25	0,82	178
0,20	1,10	1154	0,27	0,86	502	0,53	0,92	398	0,83	0,85	256	1,30	0,85	191
0,21	1,16	1258	0,29	0,90	569	0,56	0,96	438	0,87	0,89	278	1,35	0,88	204
0,22	1,21	1366	0,30	0,94	604	0,58	1,00	466	0,90	0,93	296	1,40	0,91	218
0,23	1,27	1478	0,31	0,98	640	0,60	1,04	496	0,94	0,96	319	1,45	0,95	232
0,24	1,32	1594	0,33	1,02	715	0,63	1,08	541	0,97	1,00	338	1,50	0,98	246
0,25	1,38	1714	0,34	1,06	754	0,65	1,12	572	1,01	1,03	363	1,55	1,01	261
0,26	1,43	1837	0,35	1,10	794	0,68	1,16	619	1,04	1,07	383	1,60	1,04	276
0,27	1,49	1965	0,37	1,14	876	0,70	1,21	652	1,08	1,11	409	1,65	1,08	292
0,28	1,54	2097	0,38	1,18	919	0,72	1,25	686	1,11	1,14	430	1,70	1,11	308
0,29	1,60	2232	0,39	1,22	962	0,75	1,29	738	1,15	1,18	458	1,75	1,14	324
0,30	1,65	2371	0,40	1,26	1007	0,77	1,33	773	1,18	1,21	480	1,80	1,17	341
0,31	1,71	2514	0,42	1,30	1098	0,80	1,37	828	1,22	1,25	509	1,85	1,21	358
0,32	1,76	2661	0,43	1,34	1145	0,82	1,41	866	1,25	1,29	532	1,90	1,24	376
0,33	1,82	2812	0,44	1,38	1193	0,84	1,45	904	1,29	1,32	562	1,95	1,27	394
0,34	1,87	2966	0,46	1,42	1292	0,87	1,49	962	1,32	1,36	586	2,00	1,30	412
0,35	1,93	3124	0,47	1,46	1342	0,89	1,54	1002	1,36	1,39	618	2,05	1,34	431
0,36	1,98	3286	0,48	1,50	1394	0,92	1,58	1064	1,39	1,43	643	2,10	1,37	450
0,37	2,04	3452	0,50	1,55	1499	0,94	1,62	1106	1,43	1,47	677	2,15	1,40	470
0,38	2,10	3621	0,51	1,59	1553	0,96	1,66	1148	1,46	1,50	703	2,20	1,43	489
0,39	2,15	3794	0,52	1,63	1608	0,99	1,70	1214	1,50	1,54	738	2,25	1,47	509
0,40	2,21	3971	0,53	1,67	1664	1,01	1,74	1258	1,53	1,57	764	2,30	1,50	530
0,41	2,26	4152	0,55	1,71	1778	1,04	1,78	1326	1,57	1,61	800	2,35	1,53	551
0,42	2,32	4336	0,56	1,75	1836	1,06	1,83	1372	1,60	1,64	828	2,40	1,56	572
0,43	2,37	4524	0,57	1,79	1896	1,08	1,87	1420	1,64	1,68	866	2,45	1,60	594
0,44	2,43	4715	0,59	1,83	2017	1,11	1,91	1491	1,67	1,72	895	2,50	1,63	616
0,45	2,48	4911	0,60	1,87	2079	1,13	1,95	1540	1,71	1,75	934	2,55	1,66	638
0,46	2,54	5109	0,61	1,91	2141	1,16	1,99	1615	1,74	1,79	964	2,60	1,70	661
0,47	2,59	5313	0,63	1,95	2264	1,18	2,03	1665	1,78	1,82	1004	2,65	1,73	685
0,48	2,65	5518	0,64	1,99	2330	1,20	2,07	1717	1,81	1,86	1035	2,70	1,76	708
0,49	2,70	5727	0,65	2,03	2400	1,23	2,11	1795	1,85	1,90	1077	2,75	1,79	732
0,50	2,76	5941	0,66	2,07	2467	1,25	2,16	1848	1,88	1,93	1108	2,80	1,83	756
0,51	2,81	6158	0,68	2,11	2604	1,28	2,20	1929	1,92	1,97	1151	2,85	1,86	781
0,52	2,87	6378	0,69	2,15	2673	1,30	2,24	1984	1,95	2,00	1184	2,90	1,89	806
0,53	2,92	6602	0,70	2,19	2744	1,32	2,28	2040	1,99	2,04	1228	2,95	1,92	821
0,54	2,98	6830	0,72	2,24	2887	1,35	2,32	2124	2,02	2,08	1262	3,00	1,96	857

Anexa II

Tabelul 9.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din PE
cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece PN = 6 bar

D _e 63 mm D _i 56 mm			D _e 75 mm D _i 66,8 mm			D _e 90 mm D _i 80,2 mm			D _e 110 mm D _i 96 mm			D _e 125 mm D _i 108,8 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,02	0,41	40	1,58	0,45	37	2,45	0,49	32	3,98	0,55	34	5,44	0,59	32
1,10	0,45	46	1,69	0,48	42	2,60	0,51	38	4,20	0,58	37	5,72	0,62	36
1,18	0,48	52	1,80	0,51	47	2,75	0,54	42	4,42	0,61	41	6,00	0,65	39
1,26	0,51	58	1,91	0,55	52	2,90	0,57	46	4,64	0,64	45	6,28	0,68	42
1,34	0,54	65	2,02	0,58	58	3,05	0,60	50	4,86	0,67	48	6,56	0,71	45
1,42	0,58	72	2,13	0,61	63	3,20	0,63	54	5,08	0,70	52	6,84	0,74	49
1,50	0,61	79	2,24	0,64	69	3,35	0,66	59	5,30	0,73	57	7,12	0,77	53
1,58	0,64	87	2,35	0,67	75	3,50	0,69	64	5,52	0,76	61	7,40	0,80	56
1,66	0,67	95	2,46	0,70	82	3,65	0,72	69	5,74	0,79	65	7,68	0,83	60
1,74	0,71	103	2,57	0,73	89	3,80	0,75	74	5,96	0,82	70	7,96	0,86	64
1,82	0,74	111	2,68	0,77	95	3,95	0,78	79	6,18	0,85	75	8,24	0,89	68
1,90	0,77	120	2,79	0,80	103	4,10	0,81	85	6,40	0,88	80	8,52	0,92	73
1,98	0,80	130	2,90	0,83	110	4,25	0,84	91	6,62	0,92	84	8,80	0,95	77
2,06	0,84	140	3,01	0,86	117	4,40	0,87	96	6,84	0,95	90	9,08	0,98	82
2,14	0,87	149	3,12	0,89	125	4,55	0,90	102	7,06	0,98	94	9,36	1,01	86
2,22	0,90	159	3,23	0,92	133	4,70	0,93	108	7,28	1,01	100	9,64	1,04	91
2,30	0,93	169	3,34	0,95	142	4,85	0,96	115	7,50	1,04	106	9,92	1,07	96
2,38	0,97	179	3,45	0,98	150	5,00	0,99	121	7,72	1,07	111	10,20	1,10	101
2,46	1,00	191	3,56	1,02	159	5,15	1,02	128	7,94	1,10	117	10,48	1,13	106
2,54	1,03	202	3,67	1,05	168	5,30	1,05	135	8,16	1,13	123	10,76	1,16	111
2,62	1,06	214	3,78	1,08	177	5,45	1,08	141	8,38	1,16	129	11,04	1,19	116
2,70	1,10	226	3,89	1,11	186	5,60	1,11	149	8,60	1,19	135	11,32	1,22	122
2,78	1,13	238	4,00	1,14	196	5,75	1,14	156	8,82	1,22	142	11,60	1,25	127
2,86	1,16	251	4,11	1,17	206	5,90	1,17	162	9,04	1,25	148	11,88	1,28	133
2,94	1,19	263	4,22	1,20	216	6,05	1,20	171	9,26	1,28	155	12,16	1,31	138
3,02	1,23	276	4,33	1,24	226	6,20	1,23	179	9,48	1,31	161	12,44	1,34	144
3,10	1,26	290	4,44	1,27	236	6,35	1,26	187	9,70	1,34	168	12,72	1,37	150
3,18	1,29	303	4,55	1,30	246	6,50	1,29	194	9,92	1,37	172	13,00	1,40	156
3,26	1,32	317	4,66	1,33	257	6,65	1,32	203	10,14	1,40	182	13,28	1,43	162
3,34	1,36	331	4,77	1,36	268	6,80	1,35	211	10,36	1,43	190	13,56	1,46	169
3,42	1,39	346	4,88	1,39	280	6,95	1,38	219	10,58	1,46	197	13,84	1,49	175
3,50	1,42	360	4,99	1,42	292	7,10	1,41	228	10,80	1,49	204	14,12	1,52	182
3,58	1,45	375	5,10	1,46	303	7,25	1,44	237	11,02	1,52	212	14,40	1,55	188
3,66	1,49	391	5,21	1,49	315	7,40	1,47	246	11,24	1,55	220	14,68	1,58	195
3,74	1,52	406	5,32	1,52	327	7,55	1,50	255	11,46	1,58	228	14,96	1,61	202
3,82	1,55	422	5,43	1,55	340	7,70	1,53	264	11,68	1,61	236	15,24	1,64	209
3,90	1,58	438	5,54	1,58	352	7,85	1,55	274	11,90	1,64	244	15,52	1,67	216
3,98	1,62	455	5,65	1,61	365	8,00	1,58	283	12,12	1,68	252	15,80	1,70	222
4,06	1,65	471	5,76	1,64	378	8,15	1,61	293	12,34	1,71	261	16,08	1,73	230
4,14	1,68	488	5,87	1,68	391	8,30	1,64	303	12,56	1,74	269	16,36	1,76	237
4,22	1,71	505	5,98	1,71	405	8,45	1,67	313	12,78	1,77	277	16,64	1,79	245
4,30	1,75	523	6,09	1,74	418	8,60	1,70	322	13,00	1,80	286	16,92	1,82	252
4,38	1,78	541	6,20	1,77	432	8,75	1,73	333	13,22	1,83	295	17,20	1,85	260
4,46	1,81	559	6,31	1,80	446	8,90	1,76	343	13,44	1,86	304	17,48	1,88	267
4,54	1,84	577	6,42	1,83	461	9,05	1,79	354	13,66	1,89	313	17,76	1,91	276
4,62	1,88	595	6,53	1,86	475	9,20	1,82	365	13,88	1,92	323	18,04	1,94	284
4,70	1,91	614	6,64	1,90	490	9,35	1,85	376	14,10	1,95	332	18,32	1,97	292
4,78	1,94	634	6,75	1,93	504	9,50	1,88	387	14,32	1,98	342	18,60	2,00	300
4,86	1,97	653	6,86	1,96	520	9,65	1,91	398	14,54	2,01	351	18,88	2,03	308
4,94	2,01	672	6,97	1,99	535	9,80	1,94	410	14,76	2,04	361	19,16	2,06	317
5,02	2,04	693	7,08	2,02	550	9,95	1,97	421	14,98	2,07	371	19,44	2,09	325
5,10	2,07	713	7,19	2,05	566	10,10	2,00	433	15,20	2,10	381	19,72	2,12	333
5,18	2,10	733	7,30	2,08	582	10,25	2,03	444	15,42	2,13	391	20,00	2,15	342

Anexa II

Tabelul 9.3. Pierderile de sarcină liniare unitare „i”, pentru conductele din PE
cu D_e 140 - 225 mm, pentru apă rece PN = 6 bar

D _e 140 mm D _i 122,4 mm			D _e 160 mm D _i 140 mm			D _e 180 mm D _i 159,6 mm			D _e 200 mm D _i 177,2 mm			D _e 225 mm D _i 199 mm		
Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i	Q _c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
7,50	0,64	32	11,0	0,71	34	15,0	0,75	32	19,0	0,77	29	25,0	0,80	28
7,85	0,67	36	11,4	0,74	36	15,5	0,78	34	19,6	0,80	31	25,8	0,83	29
8,20	0,70	38	11,8	0,77	39	16,0	0,80	36	20,2	0,82	33	26,6	0,86	31
8,55	0,73	42	12,2	0,79	41	16,5	0,83	38	20,8	0,84	35	27,4	0,88	33
8,90	0,76	45	12,6	0,82	44	17,0	0,85	40	21,4	0,87	36	28,2	0,91	35
9,25	0,79	48	13,0	0,84	46	17,5	0,88	42	22,0	0,89	38	29,0	0,93	37
9,60	0,82	51	13,4	0,87	49	18,0	0,90	44	22,6	0,92	40	29,8	0,96	39
9,95	0,85	55	13,8	0,90	51	18,5	0,93	46	23,2	0,94	42	30,6	0,98	41
10,30	0,88	58	14,2	0,92	54	19,0	0,95	49	23,8	0,97	44	31,4	1,01	42
10,65	0,91	62	14,6	0,95	57	19,5	0,98	51	24,4	0,99	46	32,2	1,04	44
11,00	0,94	65	15,0	0,97	60	20,0	1,00	53	25,0	1,01	48	33,0	1,06	46
11,35	0,97	69	15,4	1,00	63	20,5	1,03	56	25,6	1,04	51	33,8	1,09	48
11,70	0,99	73	15,8	1,03	66	21,0	1,05	58	26,2	1,06	53	34,6	1,11	50
12,05	1,02	77	16,2	1,05	69	21,5	1,08	61	26,8	1,09	55	35,4	1,14	52
12,40	1,05	81	16,6	1,08	72	22,0	1,10	64	27,4	1,11	57	36,2	1,16	54
12,75	1,08	85	17,0	1,10	75	22,5	1,13	66	28,0	1,14	59	37,0	1,19	56
13,10	1,11	90	17,4	1,13	78	23,0	1,15	69	28,6	1,16	61	37,8	1,22	58
13,45	1,14	94	17,8	1,16	82	23,5	1,18	72	29,2	1,18	64	38,6	1,24	61
13,80	1,17	98	18,2	1,18	85	24,0	1,20	74	29,8	1,21	66	39,4	1,27	63
14,15	1,20	103	18,6	1,21	88	24,5	1,23	77	30,4	1,23	68	40,2	1,29	66
14,50	1,23	108	19,0	1,23	92	25,0	1,25	80	31,0	1,26	71	41,0	1,32	68
14,85	1,26	113	19,4	1,26	95	25,5	1,28	83	31,6	1,28	74	41,8	1,34	70
15,20	1,29	117	19,8	1,29	99	26,0	1,30	86	32,2	1,31	77	42,6	1,37	72
15,55	1,32	122	20,2	1,31	103	26,5	1,33	89	32,8	1,33	79	43,4	1,40	75
15,90	1,35	127	20,6	1,34	106	27,0	1,35	92	33,4	1,36	81	44,2	1,42	78
16,25	1,38	132	21,0	1,36	110	27,5	1,38	95	34,0	1,38	84	45,0	1,45	80
16,60	1,41	138	21,4	1,39	114	28,0	1,40	99	34,6	1,40	87	45,8	1,47	83
16,95	1,44	142	21,8	1,42	118	28,5	1,43	102	35,2	1,43	90	46,6	1,50	86
17,30	1,47	148	22,2	1,44	122	29,0	1,45	105	35,8	1,45	93	47,4	1,52	89
17,65	1,50	154	22,6	1,47	126	29,5	1,48	108	36,4	1,48	96	48,2	1,55	91
18,00	1,53	160	23,0	1,49	130	30,0	1,50	112	37,0	1,50	98	49,0	1,58	94
18,35	1,56	165	23,4	1,52	134	30,5	1,53	115	37,6	1,53	102	49,8	1,60	97
18,70	1,59	171	23,8	1,55	138	31,0	1,55	118	38,2	1,55	105	50,6	1,63	100
19,05	1,62	177	24,2	1,57	142	31,5	1,58	122	38,8	1,57	109	51,4	1,65	103
19,40	1,65	182	24,6	1,60	147	32,0	1,60	126	39,4	1,60	111	52,2	1,68	106
19,75	1,68	189	25,0	1,62	151	32,5	1,63	129	40,0	1,62	113	53,0	1,70	108
20,10	1,71	195	25,4	1,65	156	33,0	1,65	133	40,6	1,65	115	53,8	1,73	111
20,45	1,74	201	25,8	1,68	160	33,5	1,68	137	41,2	1,67	119	54,6	1,76	115
20,80	1,77	208	26,2	1,70	165	34,0	1,70	141	41,8	1,70	123	55,4	1,78	118
21,15	1,80	214	26,6	1,73	169	34,5	1,73	144	42,4	1,72	127	56,2	1,81	121
21,50	1,83	221	27,0	1,75	174	35,0	1,75	148	43,0	1,74	130	57,0	1,83	124
21,85	1,86	227	27,4	1,78	179	35,5	1,78	152	43,6	1,77	133	57,8	1,86	127
22,20	1,89	234	27,8	1,81	184	36,0	1,80	156	44,2	1,79	137	58,6	1,89	130
22,55	1,92	241	28,2	1,83	189	36,5	1,83	160	44,8	1,82	140	59,4	1,91	133
22,90	1,95	248	28,6	1,86	194	37,0	1,85	164	45,4	1,84	143	60,2	1,94	137
23,25	1,98	254	29,0	1,88	198	37,5	1,88	168	46,0	1,87	147	61,0	1,96	140
23,60	2,01	262	29,4	1,91	204	38,0	1,90	172	46,6	1,89	151	61,8	1,99	144
23,95	2,04	267	29,8	1,94	210	38,5	1,93	176	47,2	1,91	154	62,6	2,01	147
24,30	2,07	276	30,2	1,96	214	39,0	1,95	181	47,8	1,94	158	63,4	2,04	151
24,65	2,10	283	30,6	1,99	219	39,5	1,98	185	48,4	1,96	161	64,2	2,07	154
25,00	2,13	291	31,0	2,01	224	40,0	2,00	189	49,0	1,99	165	65,0	2,09	158
25,35	2,16	298	31,4	2,04	230	40,5	2,03	194	49,6	2,01	169	65,8	2,12	161
25,70	2,19	306	31,8	2,07	235	41,0	2,05	198	50,2	2,04	173	66,6	2,14	165

Anexa II

Tabelul 10.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din oțel zincat cu $D_e 17,1 - 76 \text{ mm}$, pentru apă rece, $k=0,3 \text{ mm}$

$D_e 17,1 \text{ mm}$ $D_i 10,4 \text{ mm}$			$D_e 21,4 \text{ mm}$ $D_i 14,1 \text{ mm}$			$D_e 26,9 \text{ mm}$ $D_i 19,6 \text{ mm}$			$D_e 33,7 \text{ mm}$ $D_i 25,2 \text{ mm}$			$D_e 42,4 \text{ mm}$ $D_i 33,9 \text{ mm}$			$D_e 48,3 \text{ mm}$ $D_i 38,8 \text{ mm}$		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,12	52	0,020	0,13	39	0,050	0,17	40	0,100	0,20	40	0,22	0,24	38	0,30	0,25	34
0,012	0,14	76	0,024	0,15	54	0,057	0,19	50	0,115	0,23	51	0,24	0,27	45	0,33	0,28	41
0,014	0,16	93	0,026	0,18	72	0,064	0,21	62	0,130	0,20	65	0,26	0,29	52	0,36	0,30	48
0,016	0,19	122	0,031	0,20	87	0,071	0,24	75	0,145	0,23	79	0,28	0,31	60	0,39	0,33	56
0,018	0,21	150	0,035	0,23	109	0,078	0,26	90	0,160	0,25	95	0,30	0,33	68	0,42	0,36	65
0,020	0,24	184	0,039	0,25	133	0,085	0,28	105	0,175	0,27	113	0,32	0,35	77	0,45	0,38	74
0,022	0,26	218	0,043	0,27	159	0,092	0,31	122	0,190	0,30	132	0,34	0,38	87	0,48	0,41	84
0,024	0,28	257	0,047	0,30	188	0,099	0,33	140	0,205	0,32	152	0,36	0,40	97	0,51	0,43	95
0,026	0,31	297	0,050	0,32	211	0,106	0,35	159	0,220	0,34	174	0,38	0,42	107	0,54	0,46	104
0,028	0,33	343	0,054	0,35	244	0,113	0,37	180	0,235	0,37	198	0,40	0,44	118	0,57	0,48	116
0,030	0,35	389	0,058	0,37	279	0,120	0,40	202	0,250	0,39	222	0,42	0,47	130	0,60	0,51	128
0,032	0,38	441	0,062	0,40	317	0,127	0,42	224	0,265	0,41	249	0,44	0,49	142	0,63	0,53	140
0,034	0,40	493	0,066	0,42	356	0,134	0,44	249	0,280	0,44	276	0,46	0,51	154	0,66	0,56	153
0,036	0,42	550	0,069	0,44	388	0,141	0,47	274	0,295	0,46	306	0,48	0,53	167	0,69	0,58	167
0,038	0,45	608	0,073	0,47	432	0,148	0,49	300	0,310	0,48	336	0,50	0,55	181	0,72	0,61	181
0,040	0,47	672	0,077	0,49	478	0,155	0,51	328	0,325	0,51	368	0,52	0,58	195	0,75	0,63	196
0,042	0,49	736	0,081	0,52	526	0,162	0,54	357	0,340	0,53	402	0,54	0,60	210	0,78	0,66	212
0,044	0,52	806	0,085	0,54	577	0,169	0,56	387	0,355	0,55	437	0,56	0,62	225	0,81	0,69	227
0,046	0,54	876	0,088	0,57	617	0,176	0,58	419	0,370	0,58	473	0,58	0,64	241	0,84	0,71	244
0,048	0,57	951	0,092	0,59	672	0,183	0,61	451	0,385	0,60	511	0,60	0,67	257	0,87	0,74	261
0,050	0,59	1027	0,096	0,62	729	0,190	0,63	485	0,400	0,62	550	0,62	0,69	274	0,90	0,76	279
0,052	0,61	1109	0,100	0,64	788	0,197	0,65	520	0,415	0,65	591	0,64	0,71	291	0,93	0,79	297
0,054	0,64	1191	0,104	0,66	851	0,204	0,68	556	0,430	0,67	633	0,66	0,73	309	0,96	0,81	316
0,056	0,66	1279	0,107	0,69	898	0,211	0,70	594	0,445	0,69	677	0,68	0,75	327	0,99	0,84	336
0,058	0,68	1367	0,111	0,71	964	0,218	0,72	632	0,460	0,72	722	0,70	0,78	346	1,02	0,86	356
0,060	0,71	1460	0,115	0,74	1033	0,225	0,75	672	0,475	0,74	768	0,72	0,80	365	1,05	0,89	376
0,062	0,73	1554	0,119	0,76	1103	0,232	0,77	713	0,490	0,76	816	0,74	0,82	386	1,08	0,91	397
0,064	0,75	1654	0,123	0,79	1176	0,239	0,79	755	0,505	0,79	865	0,76	0,84	406	1,11	0,94	419
0,066	0,78	1784	0,126	0,81	1232	0,246	0,82	799	0,520	0,81	916	0,78	0,86	427	1,14	0,96	449
0,068	0,80	1860	0,130	0,83	1309	0,253	0,84	844	0,535	0,83	969	0,80	0,89	449	1,17	0,99	465
0,070	0,82	1966	0,134	0,86	1389	0,260	0,86	889	0,550	0,86	1022	0,82	0,91	471	1,20	1,02	488
0,072	0,85	2078	0,138	0,88	1470	0,267	0,89	937	0,565	0,88	1077	0,84	0,93	493	1,23	1,04	512
0,074	0,87	2190	0,142	0,91	1554	0,274	0,91	987	0,580	0,90	1134	0,86	0,95	517	1,26	1,07	537
0,076	0,90	2307	0,145	0,93	1619	0,281	0,93	1034	0,595	0,93	1192	0,88	0,98	540	1,29	1,09	562
0,078	0,92	2425	0,149	0,96	1707	0,288	0,96	1085	0,610	0,95	1252	0,90	1,00	564	1,32	1,12	588
0,080	0,94	2549	0,153	0,98	1797	0,295	0,98	1137	0,625	0,97	1313	0,92	1,02	589	1,35	1,14	615
0,082	0,97	2673	0,157	1,00	1889	0,302	1,00	1190	0,640	1,00	1375	0,94	1,04	614	1,38	1,17	642
0,084	0,99	2803	0,161	1,03	1965	0,309	1,02	1245	0,655	1,02	1439	0,96	1,06	640	1,41	1,19	669
0,086	1,01	2933	0,164	1,05	2057	0,316	1,05	1300	0,670	1,04	1504	0,98	1,09	666	1,44	1,22	697
0,088	1,04	3068	0,168	1,08	2156	0,323	1,07	1357	0,685	1,07	1571	1,00	1,11	693	1,47	1,24	726
0,090	1,06	3204	0,172	1,10	2258	0,330	1,09	1415	0,700	1,09	1639	1,02	1,13	721	1,50	1,27	755
0,092	1,08	3346	0,176	1,13	2361	0,337	1,12	1474	0,715	1,11	1709	1,04	1,15	748	1,53	1,29	785
0,094	1,11	3488	0,180	1,15	2467	0,344	1,14	1535	0,730	1,14	1780	1,06	1,17	777	1,56	1,32	816
0,096	1,13	3636	0,183	1,18	2548	0,351	1,16	1596	0,745	1,16	1852	1,08	1,20	806	1,59	1,35	847
0,098	1,15	3784	0,187	1,20	2658	0,358	1,19	1659	0,760	1,18	1926	1,10	1,22	835	1,62	1,37	879
0,100	1,18	3937	0,191	1,22	2771	0,365	1,21	1723	0,775	1,21	2001	1,12	1,24	865	1,65	1,40	910
0,102	1,20	4091	0,195	1,25	2885	0,372	1,23	1788	0,790	1,23	2078	1,14	1,26	895	1,68	1,42	947
0,104	1,22	4251	0,199	1,27	3002	0,379	1,26	1855	0,805	1,25	2157	1,16	1,29	927	1,71	1,45	976
0,106	1,25	4411	0,202	1,30	3091	0,386	1,28	1922	0,820	1,28	2236	1,18	1,31	958	1,74	1,47	1010
0,108	1,27	4577	0,206	1,32	3213	0,393	1,30	1991	0,835	1,30	2317	1,20	1,33	990	1,77	1,50	1045
0,110	1,30	4743	0,210	1,35	3336	0,400	1,33	2061	0,850	1,32	2400	1,22	1,35	1023	1,80	1,52	1080
0,112	1,32	4915	0,214	1,37	3461	0,407	1,35	2133	0,865	1,35	2484	1,24	1,37	1056	1,83	1,55	1116
0,114	1,34	5087	0,218	1,39	3590	0,414	1,37	2205	0,880	1,37	2570	1,26	1,40	1090	1,86	1,57	1152

Anexa II

Tabelul 10.2. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din oțel zincat cu $D_e 60,3 - 165,2$ mm, pentru apă rece, $k=0,3$ mm

$D_e 60,3$ mm $D_i 50$ mm			$D_e 76$ mm $D_i 65,7$ mm			$D_e 88,8$ mm $D_i 77,7$ mm			$D_e 114,1$ mm $D_i 102,1$ mm			$D_e 139,7$ mm $D_i 127$ mm			$D_e 165,2$ mm $D_i 152,5$ mm		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,28	30	1,10	0,32	27	1,80	0,38	30	3,40	0,42	25	5,80	0,46	23	9,50	0,52	23
0,60	0,31	35	1,19	0,35	32	1,92	0,41	33	3,61	0,44	28	6,12	0,48	25	9,95	0,55	25
0,65	0,33	41	1,28	0,38	36	2,04	0,43	38	3,82	0,47	31	6,44	0,51	28	10,40	0,57	27
0,70	0,36	47	1,37	0,40	41	2,16	0,46	42	4,03	0,49	34	6,76	0,53	30	10,85	0,59	29
0,75	0,38	53	1,46	0,43	47	2,28	0,48	46	4,24	0,52	38	7,08	0,56	33	11,30	0,62	32
0,80	0,41	60	1,55	0,46	52	2,40	0,51	51	4,45	0,54	41	7,40	0,59	36	11,75	0,64	34
0,85	0,43	67	1,64	0,48	58	2,52	0,53	56	4,66	0,57	45	7,72	0,61	39	12,20	0,67	37
0,90	0,46	75	1,73	0,51	65	2,64	0,56	61	4,87	0,60	49	8,04	0,64	42	12,65	0,69	40
0,95	0,48	83	1,82	0,54	71	2,76	0,58	67	5,08	0,62	53	8,36	0,66	45	13,10	0,72	42
1,00	0,51	92	1,91	0,56	78	2,88	0,61	73	5,29	0,65	58	8,68	0,69	49	13,55	0,74	45
1,05	0,54	101	2,00	0,59	85	3,00	0,63	79	5,50	0,67	62	9,00	0,71	52	14,00	0,77	48
1,10	0,56	111	2,09	0,62	93	3,12	0,66	85	5,71	0,70	67	9,32	0,74	56	14,45	0,79	51
1,15	0,59	120	2,18	0,64	101	3,24	0,68	91	5,92	0,72	72	9,64	0,76	60	14,90	0,82	54
1,20	0,61	131	2,27	0,67	109	3,36	0,71	98	6,13	0,75	77	9,96	0,79	64	15,35	0,84	58
1,25	0,64	141	2,36	0,70	118	3,48	0,73	105	6,34	0,77	82	10,28	0,81	68	15,80	0,87	61
1,30	0,66	153	2,45	0,72	126	3,60	0,76	112	6,55	0,80	87	10,60	0,84	72	16,25	0,89	64
1,35	0,69	164	2,54	0,75	136	3,72	0,78	119	6,76	0,83	93	10,92	0,86	76	16,70	0,91	68
1,40	0,71	176	2,63	0,78	145	3,84	0,81	127	6,97	0,85	98	11,24	0,89	81	17,15	0,94	71
1,45	0,74	188	2,72	0,80	154	3,96	0,84	135	7,18	0,88	104	11,56	0,91	85	17,60	0,96	75
1,50	0,76	201	2,81	0,83	165	4,08	0,86	143	7,39	0,90	110	11,88	0,94	90	18,05	0,99	79
1,55	0,79	214	2,90	0,86	175	4,20	0,89	151	7,60	0,93	116	12,20	0,96	95	18,50	1,01	83
1,60	0,82	228	2,99	0,88	186	4,32	0,91	160	7,81	0,95	123	12,52	0,99	100	18,95	1,04	87
1,65	0,84	242	3,08	0,91	193	4,44	0,94	168	8,02	0,98	129	12,84	1,01	105	19,40	1,06	91
1,70	0,87	257	3,17	0,94	209	4,56	0,96	177	8,23	1,01	136	13,16	1,04	110	19,85	1,09	95
1,75	0,89	271	3,26	0,96	220	4,68	0,99	186	8,44	1,03	142	13,48	1,06	115	20,30	1,11	99
1,80	0,92	288	3,35	0,99	232	4,80	1,01	196	8,65	1,06	150	13,80	1,09	120	20,75	1,14	104
1,85	0,94	302	3,44	1,02	245	4,92	1,04	206	8,86	1,08	157	14,12	1,12	125	21,20	1,16	108
1,90	0,97	318	3,53	1,04	257	5,04	1,06	216	9,07	1,11	164	14,44	1,14	131	21,65	1,19	112
1,95	0,99	335	3,62	1,07	270	5,16	1,09	226	9,28	1,13	171	14,76	1,17	137	22,10	1,21	117
2,00	1,02	352	3,71	1,09	283	5,28	1,11	236	9,49	1,16	180	15,08	1,19	143	22,55	1,24	122
2,05	1,04	369	3,80	1,12	297	5,40	1,14	246	9,70	1,19	187	15,40	1,22	149	23,00	1,26	127
2,10	1,07	387	3,89	1,15	311	5,52	1,16	257	9,91	1,21	195	15,72	1,24	155	23,45	1,28	132
2,15	1,10	405	3,98	1,17	325	5,64	1,19	268	10,12	1,24	204	16,04	1,27	162	23,90	1,31	137
2,20	1,12	424	4,07	1,20	340	5,76	1,22	280	10,33	1,26	212	16,36	1,29	168	24,35	1,33	142
2,25	1,15	442	4,16	1,23	355	5,88	1,24	291	10,54	1,29	221	16,68	1,32	175	24,80	1,36	147
2,30	1,17	462	4,25	1,25	370	6,00	1,27	302	10,75	1,31	229	17,00	1,34	181	25,25	1,38	152
2,35	1,20	482	4,34	1,28	385	6,12	1,29	315	10,96	1,34	238	17,32	1,37	188	25,70	1,41	158
2,40	1,22	503	4,43	1,31	401	6,24	1,32	327	11,17	1,36	247	17,64	1,39	195	26,15	1,43	163
2,45	1,25	523	4,52	1,33	417	6,36	1,34	340	11,38	1,39	256	17,96	1,42	202	26,60	1,46	169
2,50	1,27	544	4,61	1,36	434	6,48	1,37	352	11,59	1,42	266	18,28	1,44	209	27,05	1,48	174
2,55	1,30	566	4,70	1,39	450	6,60	1,39	365	11,80	1,44	275	18,60	1,47	216	27,50	1,51	180
2,60	1,32	588	4,79	1,41	467	6,72	1,42	378	12,01	1,47	285	18,92	1,49	224	27,95	1,53	186
2,65	1,35	610	4,88	1,44	485	6,84	1,44	392	12,22	1,49	295	19,24	1,52	231	28,40	1,56	192
2,70	1,38	633	4,97	1,47	503	6,96	1,47	405	12,43	1,52	305	19,56	1,54	239	28,85	1,58	198
2,75	1,40	656	5,06	1,49	521	7,08	1,49	419	12,64	1,54	315	19,88	1,57	246	29,30	1,60	204
2,80	1,43	680	5,15	1,52	539	7,20	1,52	433	12,85	1,57	325	20,20	1,60	254	29,75	1,63	210
2,85	1,45	704	5,24	1,55	557	7,32	1,54	448	13,06	1,60	335	20,52	1,62	262	30,20	1,65	216
2,90	1,48	728	5,33	1,57	577	7,44	1,57	462	13,27	1,62	347	20,84	1,65	270	30,65	1,68	223
2,95	1,50	753	5,42	1,60	596	7,56	1,60	477	13,48	1,65	358	21,16	1,67	278	31,10	1,70	229
3,00	1,53	779	5,51	1,63	616	7,68	1,62	492	13,69	1,67	369	21,48	1,70	287	31,55	1,73	236
3,05	1,55	804	5,60	1,65	635	7,80	1,65	507	13,90	1,70	380	21,80	1,72	295	32,00	1,75	242
3,10	1,58	830	5,69	1,68	656	7,92	1,67	523	14,11	1,72	391	22,12	1,75	304	32,45	1,78	249
3,15	1,61	857	5,78	1,71	676	8,04	1,70	538	14,32	1,75	403	22,44	1,77	313	32,90	1,80	256

Anexa II

Tabelul 11.1. Pierderile de sarcină liniară unitară „i”, pentru conductele din oțel zincat cu D_e 17,1 - 76 mm, pentru apă caldă, $k=0,8$ mm

D_e 17,1 mm D_i 9,4 mm			D_e 21,4 mm D_i 13,1 mm			D_e 26,9 mm D_i 18,6 mm			D_e 33,7 mm D_i 24,2 mm			D_e 42,4 mm D_i 32,9 mm			D_e 48,3 mm D_i 36,8 mm		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,14	110	0,020	0,15	71	0,050	0,18	64	0,100	0,22	61	0,22	0,26	56	0,30	0,28	56
0,012	0,17	157	0,024	0,18	101	0,057	0,21	83	0,115	0,25	80	0,24	0,28	66	0,33	0,31	68
0,014	0,20	212	0,028	0,20	136	0,064	0,24	104	0,130	0,28	102	0,26	0,31	77	0,36	0,34	81
0,015	0,23	277	0,031	0,23	166	0,071	0,26	128	0,145	0,32	126	0,28	0,33	89	0,39	0,37	94
0,018	0,26	347	0,035	0,26	211	0,078	0,29	146	0,160	0,35	163	0,30	0,35	102	0,42	0,40	109
0,020	0,29	427	0,039	0,29	261	0,085	0,31	182	0,175	0,38	183	0,32	0,38	116	0,45	0,42	125
0,022	0,32	515	0,043	0,32	316	0,092	0,34	212	0,190	0,41	215	0,34	0,40	131	0,48	0,45	142
0,024	0,35	611	0,047	0,35	377	0,099	0,36	245	0,205	0,45	250	0,36	0,42	147	0,51	0,48	160
0,026	0,37	716	0,050	0,37	425	0,106	0,39	281	0,220	0,48	288	0,38	0,45	163	0,54	0,51	180
0,028	0,40	828	0,054	0,40	495	0,113	0,42	319	0,235	0,51	328	0,40	0,47	181	0,57	0,54	200
0,030	0,43	949	0,058	0,43	570	0,120	0,44	359	0,250	0,54	371	0,42	0,49	199	0,60	0,56	221
0,032	0,46	1079	0,062	0,46	651	0,127	0,47	401	0,265	0,58	416	0,44	0,52	218	0,63	0,59	244
0,034	0,49	1216	0,066	0,49	736	0,134	0,49	446	0,280	0,61	464	0,46	0,54	238	0,66	0,62	267
0,036	0,52	1362	0,069	0,52	804	0,141	0,52	494	0,295	0,64	515	0,48	0,56	259	0,69	0,65	292
0,038	0,55	1515	0,073	0,54	899	0,148	0,54	543	0,310	0,67	568	0,50	0,59	281	0,72	0,68	318
0,040	0,58	1677	0,077	0,57	999	0,155	0,57	595	0,325	0,71	624	0,52	0,61	304	0,75	0,71	345
0,042	0,61	1848	0,081	0,60	1105	0,162	0,60	650	0,340	0,74	683	0,54	0,64	327	0,78	0,73	372
0,044	0,63	2026	0,085	0,63	1215	0,169	0,62	707	0,355	0,77	743	0,56	0,66	352	0,81	0,76	402
0,046	0,66	2213	0,088	0,66	1302	0,176	0,65	766	0,370	0,80	807	0,58	0,68	377	0,84	0,79	432
0,048	0,69	2408	0,092	0,68	1422	0,183	0,67	828	0,385	0,84	873	0,60	0,71	404	0,87	0,82	463
0,050	0,72	2611	0,096	0,71	1547	0,190	0,70	892	0,400	0,87	942	0,62	0,73	431	0,90	0,85	495
0,052	0,75	2823	0,100	0,74	1678	0,197	0,73	958	0,415	0,90	1014	0,64	0,75	459	0,93	0,87	528
0,054	0,78	3043	0,104	0,77	1814	0,204	0,75	1027	0,430	0,94	1088	0,66	0,78	488	0,96	0,90	563
0,056	0,81	3270	0,107	0,80	1919	0,211	0,78	1098	0,445	0,97	1165	0,68	0,80	517	0,99	0,93	598
0,058	0,84	3507	0,111	0,83	2064	0,218	0,80	1172	0,460	1,00	1244	0,70	0,82	548	1,02	0,96	635
0,060	0,87	3751	0,115	0,85	2215	0,225	0,83	1248	0,475	1,03	1326	0,72	0,85	580	1,05	0,99	672
0,062	0,89	4004	0,119	0,88	2371	0,232	0,85	1326	0,490	1,07	1411	0,74	0,87	612	1,08	1,02	711
0,064	0,92	4265	0,123	0,91	2532	0,239	0,88	1407	0,505	1,10	1498	0,76	0,89	645	1,11	1,04	751
0,066	0,95	4534	0,126	0,94	2656	0,246	0,91	1490	0,520	1,13	1588	0,78	0,92	680	1,14	1,07	792
0,068	0,98	4811	0,130	0,97	2826	0,253	0,93	1575	0,535	1,16	1680	0,80	0,94	714	1,17	1,10	834
0,070	1,01	5096	0,134	0,99	3002	0,260	0,96	1663	0,550	1,20	1775	0,82	0,97	751	1,20	1,13	877
0,072	1,04	5390	0,138	1,02	3183	0,267	0,98	1753	0,565	1,23	1873	0,84	0,99	787	1,23	1,16	921
0,074	1,07	5692	0,142	1,05	3369	0,274	1,01	1846	0,580	1,26	1974	0,86	1,01	825	1,26	1,19	967
0,076	1,10	6003	0,145	1,08	3512	0,281	1,03	1941	0,595	1,29	2076	0,88	1,04	864	1,29	1,21	1013
0,078	1,12	6321	0,149	1,11	3707	0,288	1,06	2038	0,610	1,33	2182	0,90	1,06	903	1,32	1,24	1060
0,080	1,15	6648	0,153	1,14	3908	0,295	1,09	2138	0,625	1,36	2290	0,92	1,08	944	1,35	1,27	1109
0,082	1,18	6983	0,157	1,16	4114	0,302	1,11	2240	0,640	1,39	2401	0,94	1,11	985	1,38	1,30	1159
0,084	1,21	7326	0,161	1,19	4325	0,309	1,14	2345	0,655	1,42	2514	0,96	1,13	1027	1,41	1,33	1209
0,086	1,24	7677	0,164	1,22	4487	0,316	1,16	2452	0,670	1,46	2630	0,98	1,15	1070	1,44	1,35	1261
0,088	1,27	8037	0,168	1,25	4708	0,323	1,19	2561	0,685	1,49	2749	1,00	1,18	1114	1,47	1,38	1314
0,090	1,30	8405	0,172	1,28	4934	0,330	1,22	2673	0,700	1,52	2870	1,02	1,20	1159	1,50	1,41	1368
0,092	1,33	8781	0,176	1,30	5165	0,337	1,24	2787	0,715	1,56	2994	1,04	1,22	1205	1,53	1,44	1423
0,094	1,36	9165	0,180	1,33	5401	0,344	1,27	2903	0,730	1,59	3121	1,06	1,25	1251	1,56	1,47	1479
0,096	1,38	9558	0,183	1,36	5582	0,351	1,29	3022	0,745	1,62	3250	1,08	1,27	1299	1,59	1,50	1536
0,098	1,41	9958	0,187	1,39	5828	0,358	1,32	3143	0,760	1,65	3382	1,10	1,29	1347	1,62	1,52	1595
0,100	1,44	10367	0,191	1,42	6079	0,365	1,34	3267	0,775	1,69	3516	1,12	1,32	1396	1,65	1,55	1654
0,102	1,47	10785	0,195	1,45	6335	0,372	1,37	3393	0,790	1,72	3653	1,14	1,34	1446	1,68	1,58	1715
0,104	1,50	11210	0,199	1,47	6597	0,379	1,40	3521	0,805	1,75	3793	1,16	1,37	1497	1,71	1,61	1776
0,106	1,53	11640	0,202	1,50	6796	0,385	1,42	3652	0,820	1,78	3935	1,18	1,39	1549	1,74	1,64	1839
0,108	1,56	12086	0,206	1,53	7067	0,393	1,45	3785	0,835	1,82	4080	1,20	1,41	1602	1,77	1,66	1902
0,110	1,59	12536	0,210	1,56	7343	0,400	1,47	3921	0,850	1,85	4227	1,22	1,44	1656	1,80	1,69	1967
0,112	1,61	12994	0,214	1,59	7625	0,407	1,50	4058	0,865	1,88	4377	1,24	1,46	1710	1,83	1,72	2033
0,114	1,64	13461	0,218	1,62	7911	0,414	1,52	4199	0,880	1,91	4530	1,26	1,48	1766	1,86	1,75	2100

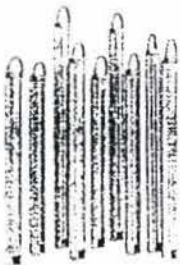
Anexa II

Tabelul 11.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i”, pentru conductele din oțel zincat cu D_e 60,3 - 165,2 mm, pentru apă caldă, $k=0,8$ mm

D_e 60,3 mm D_i 48 mm			D_e 76 mm D_i 63,7 mm			D_e 88,8 mm D_i 75,7 mm			D_e 114,1 mm D_i 100,1 mm			D_e 139,7 mm D_i 125 mm			D_e 165,2 mm D_i 150,5 mm		
Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i	Q_c	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,30	45	1,10	0,35	39	1,80	0,40	42	3,40	0,43	34	5,80	0,47	30	9,50	0,53	30
0,60	0,33	54	1,19	0,37	46	1,92	0,43	48	3,61	0,46	38	6,12	0,50	33	9,95	0,56	33
0,65	0,36	63	1,28	0,40	53	2,04	0,45	54	3,82	0,49	42	6,44	0,53	37	10,40	0,58	36
0,70	0,39	73	1,37	0,43	61	2,16	0,48	60	4,03	0,51	47	6,76	0,55	41	10,85	0,61	39
0,75	0,41	83	1,46	0,46	69	2,28	0,51	67	4,24	0,54	52	7,08	0,58	44	11,30	0,64	42
0,80	0,44	95	1,55	0,49	78	2,40	0,53	74	4,45	0,57	57	7,40	0,60	48	11,75	0,66	46
0,85	0,47	107	1,64	0,51	87	2,52	0,56	81	4,66	0,59	63	7,72	0,63	53	12,20	0,69	48
0,90	0,50	119	1,73	0,54	97	2,64	0,59	89	4,87	0,62	68	8,04	0,66	57	12,65	0,71	53
0,95	0,53	133	1,82	0,57	107	2,76	0,61	98	5,08	0,65	74	8,36	0,68	62	13,10	0,74	57
1,00	0,55	147	1,91	0,60	118	2,88	0,64	106	5,29	0,67	81	8,68	0,71	67	13,55	0,76	60
1,05	0,58	162	2,00	0,63	129	3,00	0,67	115	5,50	0,70	87	9,00	0,73	71	14,00	0,79	65
1,10	0,61	178	2,09	0,66	141	3,12	0,69	124	5,71	0,73	94	9,32	0,76	77	14,45	0,81	69
1,15	0,64	194	2,18	0,68	153	3,24	0,72	134	5,92	0,75	101	9,64	0,79	82	14,90	0,84	73
1,20	0,66	211	2,27	0,71	166	3,36	0,75	144	6,13	0,78	108	9,96	0,81	87	15,35	0,86	77
1,25	0,69	229	2,36	0,74	179	3,48	0,77	155	6,34	0,81	116	10,28	0,84	93	15,80	0,89	82
1,30	0,72	248	2,45	0,77	193	3,60	0,80	165	6,55	0,83	123	10,60	0,86	99	16,25	0,91	87
1,35	0,75	267	2,54	0,80	207	3,72	0,83	177	6,76	0,86	131	10,92	0,89	105	16,70	0,94	92
1,40	0,77	287	2,63	0,83	222	3,84	0,85	188	6,97	0,89	140	11,24	0,92	111	17,15	0,96	97
1,45	0,80	308	2,72	0,85	237	3,96	0,88	200	7,18	0,91	148	11,56	0,94	118	17,60	0,99	102
1,50	0,83	329	2,81	0,88	253	4,08	0,91	212	7,39	0,94	157	11,88	0,97	124	18,05	1,02	107
1,55	0,86	351	2,90	0,91	270	4,20	0,93	225	7,60	0,97	166	12,20	0,99	131	18,50	1,04	112
1,60	0,88	374	2,99	0,94	287	4,32	0,96	237	7,81	0,99	175	12,52	1,02	138	18,95	1,07	118
1,65	0,91	398	3,08	0,97	304	4,44	0,99	251	8,02	1,02	184	12,84	1,05	145	19,40	1,09	123
1,70	0,94	422	3,17	1,00	322	4,56	1,01	265	8,23	1,05	194	13,16	1,07	152	19,85	1,12	129
1,75	0,97	447	3,26	1,02	340	4,68	1,04	279	8,44	1,07	204	13,48	1,10	160	20,30	1,14	135
1,80	1,00	473	3,35	1,05	359	4,80	1,07	293	8,65	1,10	214	13,80	1,13	167	20,75	1,17	141
1,85	1,02	500	3,44	1,08	379	4,92	1,09	308	8,86	1,13	226	14,12	1,15	175	21,20	1,19	147
1,90	1,05	527	3,53	1,11	399	5,04	1,12	323	9,07	1,15	236	14,44	1,18	183	21,65	1,22	154
1,95	1,08	555	3,62	1,14	419	5,16	1,15	338	9,28	1,18	247	14,76	1,20	191	22,10	1,24	160
2,00	1,11	574	3,71	1,16	440	5,28	1,17	354	9,49	1,21	258	15,08	1,23	200	22,55	1,27	167
2,05	1,13	613	3,80	1,19	462	5,40	1,20	370	9,70	1,23	269	15,40	1,26	208	23,00	1,29	173
2,10	1,16	643	3,89	1,22	484	5,52	1,23	387	9,91	1,26	281	15,72	1,28	217	23,45	1,32	180
2,15	1,19	674	3,98	1,25	506	5,64	1,25	404	10,12	1,29	293	16,04	1,31	226	23,90	1,34	187
2,20	1,22	705	4,07	1,28	529	5,76	1,28	421	10,33	1,31	305	16,36	1,33	235	24,35	1,37	194
2,25	1,24	738	4,16	1,31	553	5,88	1,31	439	10,54	1,34	318	16,68	1,36	244	24,80	1,39	201
2,30	1,27	771	4,25	1,33	577	6,00	1,33	457	10,75	1,37	331	17,00	1,39	253	25,25	1,42	209
2,35	1,30	804	4,34	1,36	602	6,12	1,36	475	10,96	1,39	344	17,32	1,41	262	25,70	1,45	216
2,40	1,33	839	4,43	1,39	627	6,24	1,39	494	11,17	1,42	356	17,64	1,44	273	26,15	1,47	224
2,45	1,35	874	4,52	1,42	652	6,36	1,41	513	11,38	1,45	370	17,96	1,46	283	26,60	1,50	231
2,50	1,38	910	4,61	1,45	679	6,48	1,44	533	11,59	1,47	384	18,28	1,49	293	27,05	1,52	239
2,55	1,41	947	4,70	1,48	705	6,60	1,47	553	11,80	1,50	398	18,60	1,52	303	27,50	1,55	247
2,60	1,44	984	4,79	1,50	732	6,72	1,49	573	12,01	1,53	412	18,92	1,54	313	27,95	1,57	255
2,65	1,47	1022	4,88	1,53	760	6,84	1,52	593	12,22	1,55	427	19,24	1,57	324	28,40	1,60	264
2,70	1,49	1061	4,97	1,56	788	6,96	1,55	614	12,43	1,58	441	19,56	1,59	335	28,85	1,62	272
2,75	1,52	1100	5,06	1,59	817	7,08	1,57	636	12,64	1,61	457	19,88	1,62	346	29,30	1,65	281
2,80	1,55	1141	5,15	1,62	846	7,20	1,60	657	12,85	1,63	472	20,20	1,65	357	29,75	1,67	289
2,85	1,58	1182	5,24	1,65	876	7,32	1,63	679	13,06	1,66	487	20,52	1,67	369	30,20	1,70	298
2,90	1,60	1223	5,33	1,67	906	7,44	1,65	702	13,27	1,69	503	20,84	1,70	380	30,65	1,72	307
2,95	1,63	1266	5,42	1,70	937	7,56	1,68	724	13,48	1,71	519	21,16	1,73	392	31,10	1,75	316
3,00	1,66	1309	5,51	1,73	968	7,68	1,71	748	13,69	1,74	535	21,48	1,75	404	31,55	1,77	325
3,05	1,69	1353	5,60	1,76	1000	7,80	1,73	771	13,90	1,77	552	21,80	1,78	416	32,00	1,80	335
3,10	1,71	1397	5,69	1,79	1032	7,92	1,76	795	14,11	1,79	568	22,12	1,80	428	32,45	1,83	344
3,15	1,74	1442	5,78	1,81	1065	8,04	1,79	819	14,32	1,82	585	22,44	1,83	441	32,90	1,85	354

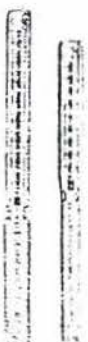
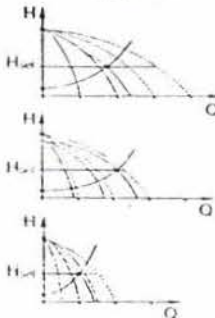
Anexa III

Tabelul 1. Pompe GRUNDFOS pentru alimentarea cu apă

Nr. crt.	Tipul pompei		Date tehnice	Descriere	Avantaje și particularități
0	1	2	3	4	5
1	Instalație de hidrofor compactă Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă pentru o casă sau un ansamblu de locuințe MQ-Hidrofor		$G = 0...5 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...48 \text{ m}$ $T = 0...35^\circ\text{C}$ $B = 7.5 \text{ bar}$ Putere: 1000 Kw Turație: 2900 r.p.m. Racord: filet G1 Rotor: inox Motor: 220V Clasa de izolație F	Patent Grundfos Pompa are toate protecțiile încorporate și nu necesită recipient de hidrofor cu sau fără membrană. Curbele caracteristice de debit, presiune, putere și randament în Anexa III, figura 1.1	Instalație compactă. Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Etanșare mecanică. Protecție termică în motor. Tablou de comandă și alarmare pe motor. Clapet de sens încorporat.
2	Pompă submersibilă inteligentă multietajată din inox tip SQ/SQE Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă precum și în toate aplicațiile din domeniul industrial Grundfos produce pompe submersibile cu debite de până la 2000 m^3/h și 650m înălțime de pompare		$G = 0...10 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...215 \text{ m}$ $T = 0...40^\circ\text{C}$ Adâncime de instalare: max. 150 m Putere: 0.37Kw...2.35 Kw Turație: 0...10.000 r.p.m. Racord: filet 1 1/4, 1 1/2 Carcasă pompă: inox Lungime: 900 mm Diametru: 74 mm Greutate: 6.5 Kg Motor: 220 V	Patent Grundfos Motor submersibil echipat cu convertizor static de frecvență. Pompa submersibilă are toate protecțiile încorporate în motor și un convertizor de frecvență. Pompa submersibilă cu motor cu magneti permanenți. Curbele caracteristice de debit-presiune în Anexa III, figura 1.2.	Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Randament ridicat. Nu necesită tablou de protecție și are integrate în motor protecțiile: - lipsă apă; - la curent scăzut; - la curent mărit; - la supra-tensiune; - la sub-tensiune; - ușoară cu convertizor; - termică; - împotriva fenomenului de "împingere axială". Senzor de temperatură în motor. Funcționare în poziție verticală sau orizontală; Transmisie de date la distanță CU 300; Acționare cu telecomandă prin infraroșii Grundfos R100.
3	Pompă centrifugală multietajată Tip CHI/CHIU		$G = 0...14 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...57 \text{ m}$ $T = -15...110^\circ\text{C}$ $B = 10 \text{ bar}$ Rotor: inox	Motorul poate fi echipat cu convertizor static de frecvență cu toate protecțiile încorporate.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Etanșare mecanică. Protecție termică în motor. Tablou de comandă și alarmare pe motor. Clapetă de sens încorporat.
4	Pompă orizontală cu aspirație axială și refulare radială multietajată tip CH/CHV/CHIU Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă și aplicațiile din domeniul industrial		$G = 0...15 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...60 \text{ m}$ $T = -15...110^\circ\text{C}$ $B = 10 \text{ bar}$ Putere: 0.33 Kw...2.7 Kw Turație: 2900 r.p.m. Racord: filet Rp Rotor: inox Motor: 220V, 380V, IP 44 Clasa de izolație F	Pompe orizontale celulare cu etanșare frontală cu lagăre comune cu motorul, cu toate piesele, în contact cu apa, din oțel-inox-crom-nichel tip AISI 304 sau AISI 316	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Randament ridicat. Tratament parti componente pompă prin cataforeză. Etanșare mecanică. Protecție termică în motor.
5	Pompe imersibile inteligente multietajate din inox Tip SPK/CHK/MTH/GRK/MTR/MTA		$G = 0...85 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...240 \text{ m}$ $T = -20...90^\circ\text{C}$ $B = 20 \text{ bar}$ Carcasă pompă: inox	Motorul poate fi echipat cu convertizor static de frecvență cu toate protecțiile încorporate.	Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Randament ridicat. Senzor de temperatură în motor. Nivel scăzut de zgomot. Consum redus de energie.

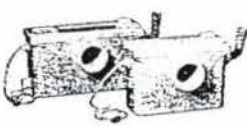
Anexa III

Tabelul 1. Pompe (continuare)

0	1	2	3	4	5
6	Pompe pentru presiune ridicată Tip BME/BMET		$G = 0...95 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...700 \text{ m}$ $T = 0...40^\circ\text{C}$ $B = 70 \text{ bar}$	Motorul este echipat cu convertizor static de frecvență cu toate protecțiile încorporate.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune.
7	Pompă orizontală în linie multietajată din inox Tip CPH		$G = 0...550 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...200 \text{ m}$ $T = -15...120^\circ\text{C}$ $B = 20 \text{ bar}$ Carcasă pompă: inox, fontă (GG25, GGG 50) sau bronz Rotor: inox, bronz	Pompe de presiune, cu toate piesele, în contact cu lichidul, din oțel inox-crom-nichel. Pompele pot fi echipate cu convertizor de frecvență în motor până la 22 Kw Pentru puteri > 22Kw se folosesc pompe acționate de tablouri Grundfos Deltacontrol 2000 cu PLC specializat și convertizor de frecvență.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune abraziune și eroziune. Randament ridicat. Părți componente inox AISI 304, AISI 316, AISI 904L, sau titan. Rotor inox executat printr-o tehnologie unică; sudată cu laser în câmp continuu cu roboți industriali. Etanșare mecanică tip cartuş. Schimbarea etanșării fără intervenții asupra pompei și motorului. NPSH foarte scăzut.
8	Pompă submersibilă inteligentă multietajată din inox Tip SP A/SP/SP-G Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă precum și în toate aplicațiile din domeniul industrial		$G = 0...470 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...670 \text{ m}$ $T = 0...60^\circ\text{C}$ Adâncime de instalare: max. 600m	Patent Grundfos Motor submersibil echipat cu convertizor static de frecvență. Pompă submersibilă ce are toate protecțiile încorporate în motor și un convertizor de frecvență. Curbele caracteristice de debit-presiune în Anexa III, figura 1.3.	Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune abraziune și eroziune. Randament ridicat. Nu necesită tablou de protecție și are integrate în motor protecțiile: - lipsă apă; - la curent scăzut; - la curent mărit; - la supratensiune; - la sub-tensiune; - ușoară cu convertizor; - termică; - împotriva fenomenului de "impingere axială". Senzor de temperatură în motor. Transmitere de date la distanță CU 3. Acționare cu telecomandă prin infraroșii Grundfos R100.
9	Sisteme de reglare continuă a turației pompelor de circulație cu puteri până la 900 Kw; tablou de protecție și automatizare tip Deltacontrol 2000 PFU 2000, PMU 2000 sisteme de control (tip PLC) ce asigură comanda și supravegherea centralizată a mai multor pompe B100 telecomandă cu infraroșii	 	Convertizor de frecvență integrat în tablou Putere: 0.37 Kw...900 Kw Turație: 0...2900 r.p.m. Pentru motor: 220V, 380V, 0.6KV IP54, IP 55, IP65 Clasa de izolație F Ecran de afișare date LCD cu 24 de caractere	Tablou Deltacontrol 2000 complet echipat cu convertizor de frecvență integrat pentru un domeniu al turației 100% și 0%, pentru schimbarea turației unei pompe în funcție de mărimea de reglaj (temperatură, presiune, debit) și eventual a unei mărimi de comandă. Telecomanda R 100 se poate monta la o imprimantă portabilă în vederea tipării datelor de controlat.	Se poate acționa orice tip de motor standard 0,37...900 Kw. Posibilitate de interfatare la sisteme de transmisie de date. Comunicare cu telecomanda prin infraroșii. Parolă de intrare în sistem. Posibilitatea schimbării automate între pompe. Alarmer, ceas programator. Afișează orele de funcționare pentru fiecare pompă. Afișează presiunea pe rețură. Setare presiune sistem. Memorie internă stări defecte 30 zile. Posibilitate operare manuală. Oprire sistem când se lucrează cu debite joase.

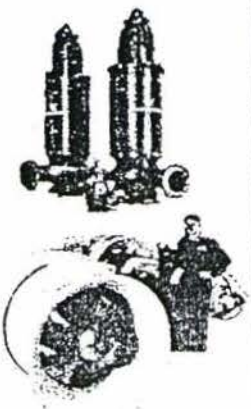
Anexa III

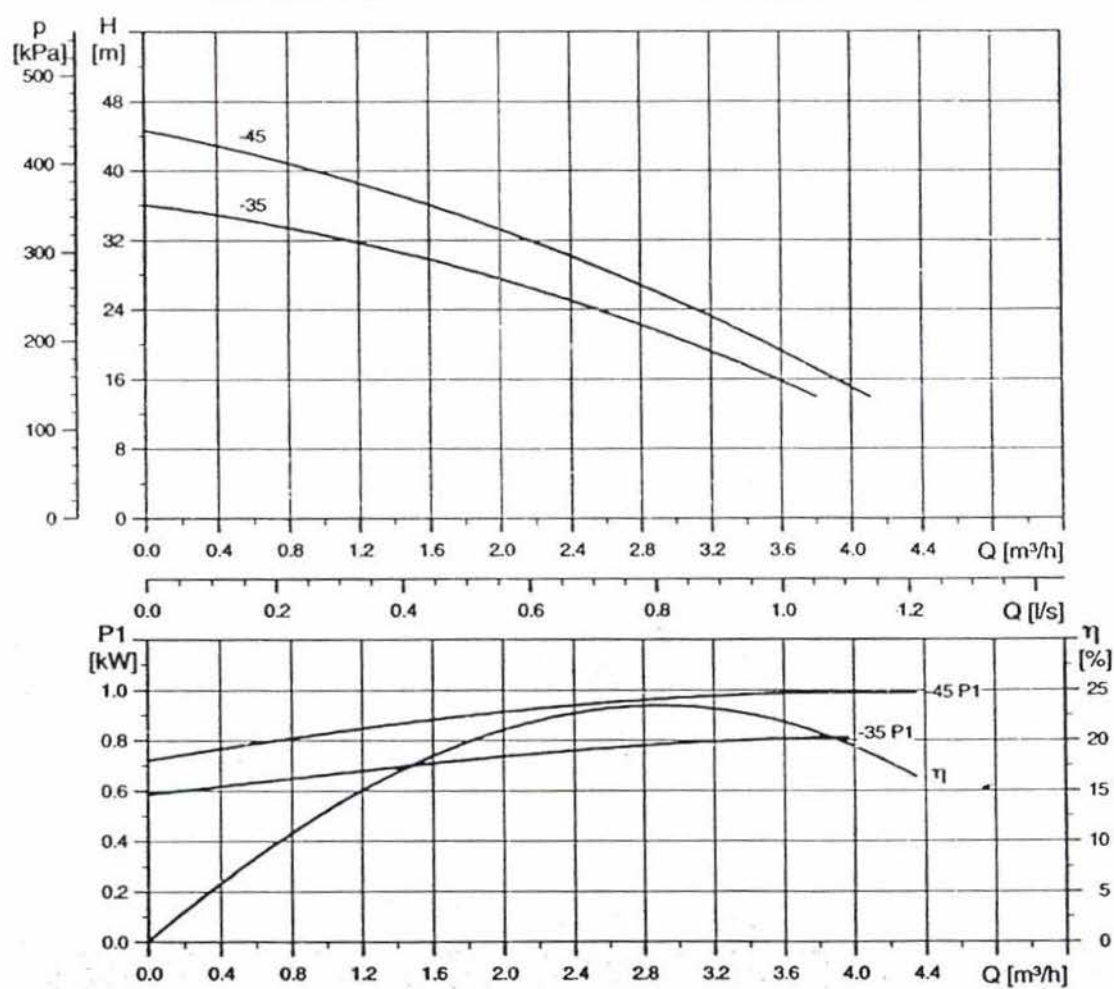
Tabelul 2. Pompe GRUNDFOS pentru ape uzate

Nr. crt.	Tipul pompei		Date tehnice	Descriere	Avantaje și particularități
0	1	2	3	4	5
1	Sisteme de conectare directă la toalete, dușuri, băi și instalații de canalizare de evacuare ape uzate menajere și ape meteorice. Sisteme Grundfos SOLOLIFT, LIFTAWAY Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin	 	$G = 0...5 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...6.5 \text{ m}$ $T = 0...+35 \text{ }^\circ\text{C}$ Putere: 450 Kw Turație: 2600 r.p.m. Racord absorbție: WC, duș, mașina de spălat Motor: 220V, IP 44 Clasa de izolație F	Instalații compacte ce folosesc sisteme speciale cu rotor tocător ce permit pomparea la colectorul de canalizare exterior a apelor uzate sau fecaloide din nivelurile joase ale clădirilor.	Nivel scăzut de zgomot. Ușor de instalat. Întreținere ușoară. Compacte. Design plăcut. Diverse posibilități de conectare în instalație la diametre diferite de absorbție și refulare. Protecție la supradăbit. Filtru charcoal încorporat. Sistem tocător. Conductă de aerisire. Clapet de sens încorporat. Regulator de nivel automat.
2	Pompe submersibile pentru ape de drenaj și ape încărcate de canalizare. Se utilizează în procesele de tratare apă uzată în stațiile de epurare sau pompare a apei, în sistemele de canalizare ale clădirilor de locuit. Pompe Grundfos tip AP Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$G=0...35 \text{ m}^3/\text{h}$; $H=0...18 \text{ m}$; $T=0...+50 \text{ }^\circ\text{C}$ Construcții speciale până la $T=90 \text{ }^\circ\text{C}$; $\text{pH}=4...10$ Adâncimea de instalare: max. 20m; Putere: 0.37 Kw...1.8 Kw Turație: 2900 r.p.m. Racord refulare: filet. Carcasă pompă: inox (AISI 304, AISI 316); Rotor: inox (AISI 304, AISI 316); Arbore: inox AISI 316; Motor: 220V, 380V IP 68; Clasa de izolație: F; Număr porniri opriri: max. 20.	Pompele sunt echipate cu rotor deschis ce permite pomparea apei uzate încărcate cu particule de până la 50 mm. Rotorul poate fi de tip vortex. Pompele se pot monta imersat în poziție verticală sau orizontală. Pompele se echipează cu sisteme avansate de protecție control și monitorizare pentru o pompă sau mai multe pompe: Pump Manager 2000. Soft personalizat și specializat pentru sisteme de pompare ape uzate Grundfos Manager System Software.	Randamente ridicate. Etanșare mecanică fără întreținere. Rotor echilibrat static și dinamic. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Construcție totală din inox. Pompe portabile echipate cu regulator automat de nivel.
3	Sisteme de conectare directă la toalete, dușuri, băi și instalații de canalizare de evacuare ape uzate menajere și ape meteorice. Sisteme Grundfos MULTILIFT, LIFTAWAY Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin	 	$G=0...195 \text{ m}^3/\text{h}$; $H=0...21 \text{ m}$; $T=0...+40 \text{ }^\circ\text{C}$; Putere: 7.5 Kw; Turație: 1450 r.p.m.; Racord refulare: conductă colectoare de la WC, duș, mașină de spălat etc.; Motor: 220V, IP 44; Clasa de izolație F; Carcasă pompă: fontă cenușie și ductilă (GG25, GGG 50), sau inox (SFS 388); Rotor: fontă (GG 25, GGG50) inox (SFS 358); Motor: 220V, 380V IP 68; Număr porniri opriri: max. 20; Rezervoare din polietilenă de 200 L sau 400 L	Instalații compacte ce folosesc pompe de tip AP sau S sau pompe cu rotor tocător APG ce permit pomparea la colectorul de canalizare exterior a apelor uzate sau fecaloide din nivelurile joase ale clădirilor. Sistemele sunt complet automatizate și protejate cu sisteme Grundfos de tip LC, LCD	Nivel scăzut de zgomot. Se poate folosi o pompă (APL) sau două pompe (APLD). Ușor de instalat. Întreținere ușoară. Compacte. Diverse posibilități de conectare în instalație la diametre diferite de absorbție și refulare. Protecție la supradăbit. Filtru charcoal încorporat. Sistem tocător. Conductă de aerisire. Clapet de sens încorporat. Regulator de nivel automat. Pompă manuală cu membrană.

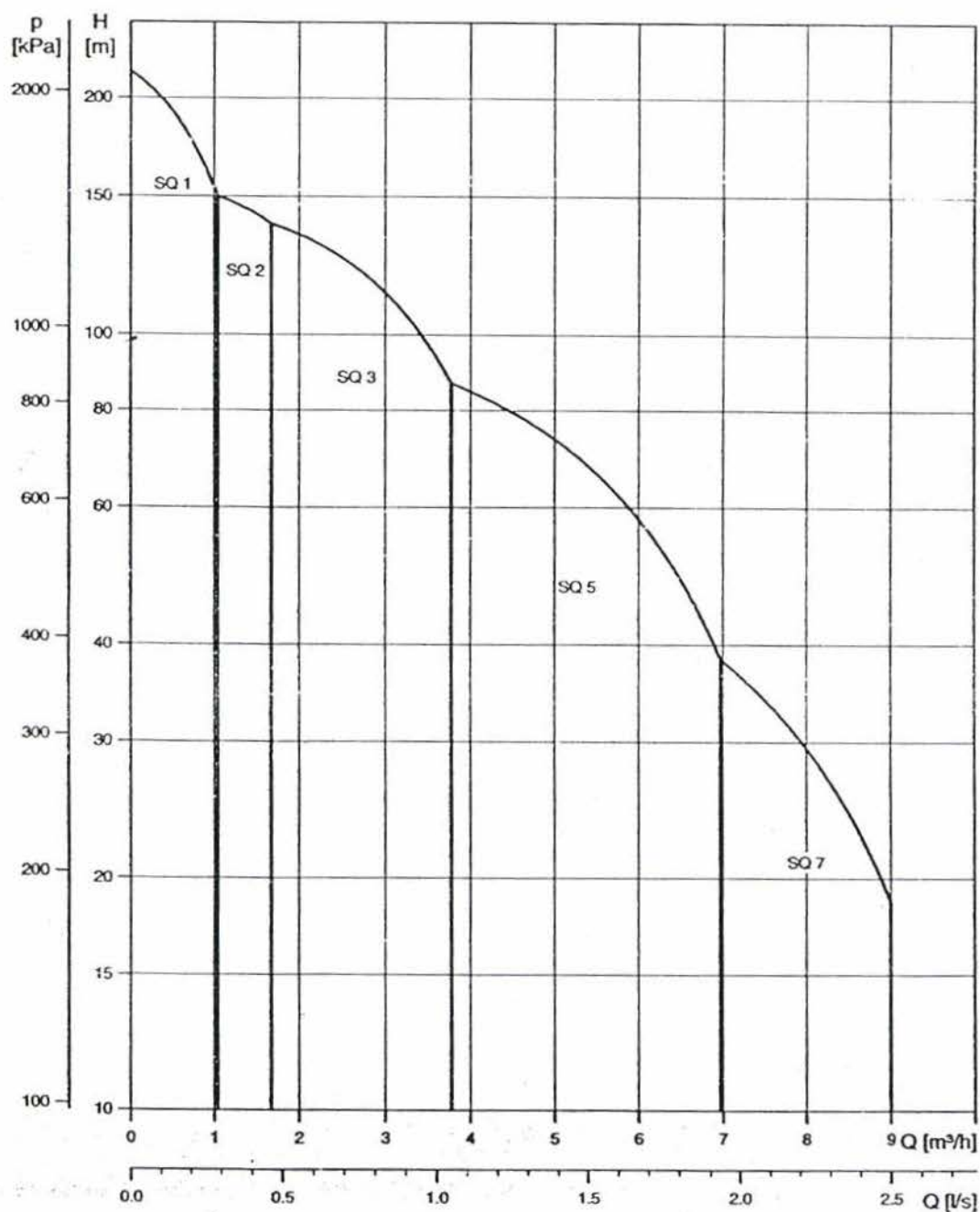
Anexa III

Tabelul 2. (continuare)

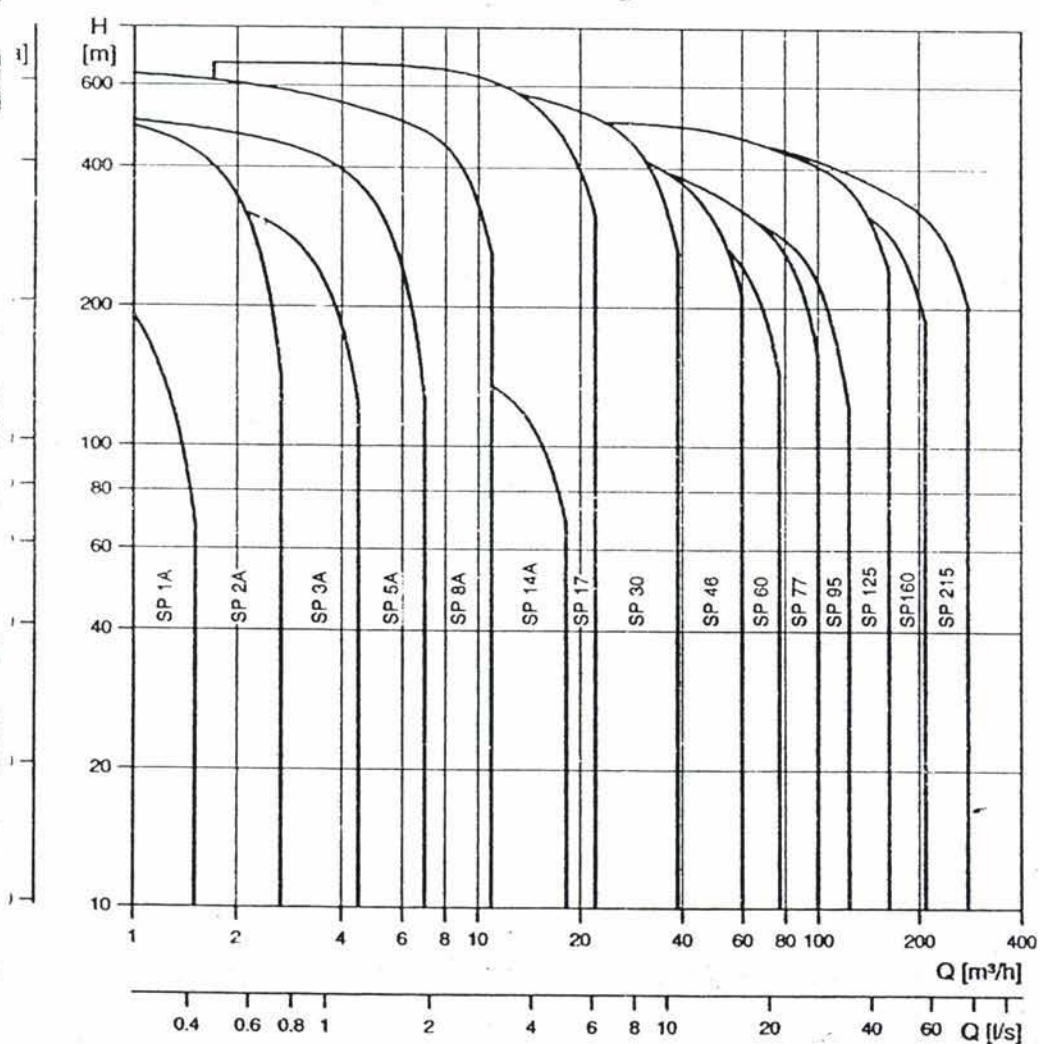
0	1	2	3	4	5
4	Pompe submersibile pentru ape încărcate de canalizare. Se utilizează în procesele de tratare apă uzată în stațiile de epurare sau pompare a apei, în sistemele de canalizare municipale. Se utilizează pentru pomparea apei brute de râu și în agricultură. Pompe Grundfos tip S Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$G = 0...2000 \text{ m}^3/\text{h}$ $H = 0...120 \text{ m}$ $T = 0...+50 \text{ }^\circ\text{C}$ Construcții speciale până la $T=90 \text{ }^\circ\text{C}$ pH=4...10 Adâncimea de instalare max. 20m Putere: 0.37 Kw...600 Kw Turație: 2900, 1450, 990, 750, 550, 450 r.p.m. Racord refluxare: flanșă Carcasă pompă: fontă cenușie și ductilă (GG25, GGG 50) sau inox (SFS 388). Rotor: fontă (GG 25, GGG50) inox (SFS 388) Motor: 220V, 380V IP 68 Clasa de izolație F Număr porniri opriri: max. 20. Construcție specială motor ANTI EX: Eex d II B T3. În anexa III, figura 1.4 sunt date caracteristicile de debit-presiune ale pompei.	Pompele sunt echipate cu rotor deschis ce permite pomparea apei uzate încărcate cu particule de până la 150 mm. Rotorul poate fi de tip supervortex, multi-canal, axial sau cu un canal până la patru canale. Pompele pot fi echipate cu rotor tocător. Pompele se pot monta imersat în poziție verticală sau orizontală sau în cameră uscată în poziție verticală sau orizontală. De asemenea se poate monta în „tub” (coloană verticală). Pompele se echi-pează cu sisteme avansate de protecție, control și monitorizare pentru o pompă sau mai multe pompe: Pump Manager 2000. Soft personalizat și specializat pentru sisteme de pompare ape uzate Grundfos Mana-	SUPERVORTEX – Patent Grundfos Randamente ridicate. Etanșare mecanică dublă fără întreținere. Rotor echilibrat static și dinamic. Monitorizarea temperaturi lagărelor. Senzori de detecție (umiditate) în motor. Monitorizarea rezistenței de izolație. Protecție la supraîncălzire a motorului prin intermediul a trei senzori. Senzor de detecție în camera de ulei. SMART TRIM – Patent Grundfos . SMART SEAL – Patent Grundfos Grundfos FLUSHING System



Anexa III Fig.1.1. Curbele caracteristice de debit-presiune, putere și randament ale pompelor Grundfos tip MQ



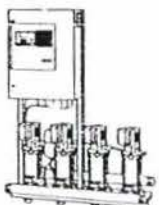
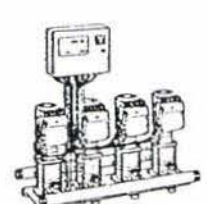
Anexa III Fig.1.2. Curbele caracteristice de debit-presiune, pentru pompele submersibile Grundfos tip SQ/SQE



exa III Fig.1.3. Curbele caracteristice de debit-presiune, ale pompelor submersibile Grundfos tip SP

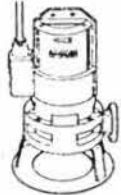
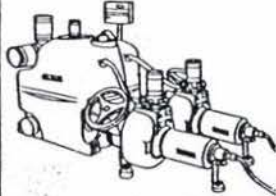
Anexa III

Tabelul 3. (continuare)

1	2	3	4	5	6
Stații pentru o pompă de pompare cu convertizor de frecvență		COR-MVI/CR	G 390 m ³ /h H 1500 kPa t 70 °C B 16 bar	Ansamblu cu 2-6 pompe centrifuge integral din oțel inox cu axul vertical tip MVI Panou de comandă cu micro calculator, meniu de programare, afișaj electronic indicarea parametrilor și posibilitatea transmiterii de date la distanță	Alimentarea cu apă a clădirilor de locuit sau industriale sau a unui grup de locuințe. Ansamblu se poate utiliza și în instalațiile pentru stingerea incendiilor
Stații de pompare cu controlul electronic al turației		COR-MVIE/VR	G 80 m ³ /h H 1350 kPa t 70 °C B 16 bar	Ansamblu cu maxim 4 pompe cu convertizor de frecvență integrat în cutia de borne tip MVIE și cu panou de protecție și automatizare programabil prin intermediul unui meniu	Alimentarea cu apă pentru clădiri cu grad ridicat de confort
Pompe submersibile de puț		TWU 4 TWU 6 TWU 8 TWU 10 TWI 4 TWI 6	G 310 m ³ /h H 3400 kPa t 30 °C	Pompe centrifuge multietajate, integral din oțel inox pentru puțuri forate, (TWI) Automatizarile optionale WILO permit funcționarea pompei în regim de maximă eficiență și siguranță	Alimentarea cu apă din puțuri a unor rezervoare de suprafață sau în regim de hidrofor pentru alimentarea cu apă a clădirilor sau pentru irigații

Anexa III

Tabelul 4. Pompe WILLO pentru ape uzate

Nr. crt.	Tipul pompei		Tip constructiv	Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5	6
1	Pompe pentru drenajul apei epuizant		TM/TMW	G 16 m ³ /h H 100 kPa t 35 °C	Pompe submersibile pentru funcționare automată în regim staționar. Se asigură turbionarea permanentă în jurul sorbului pentru curățirea acestuia.	Pompe pentru vehicularea apelor convențional curate din bazine câmine sau bașe.
2	Pompe submersibile cu tocător		TP 40S	G 19 m ³ /h H 380 kPa t 40 °C	Pompe submersibile compacte cu tocător cu funcționare în poziție verticală imersată în lichid. Pompa asigură vehicularea lichidului fără șocuri	Pompe pentru transportarea apelor uzate menajere cu fecaloide și a apelor uzate netratate cu particule destructibile
3	Pompe submersibile pentru ape uzate menajere cu fecaloide		TP 80 TP 100 TP 150	G 400 m ³ /h H 520 kPa t 40 °C	Pompe submersibile în construcție compactă cu funcționare în poziție verticală. Axul motorului are rulmenți capsulați ce nu necesită întreținere.	Pompe pentru transportarea apelor uzate cu fecaloide de la comunitați și a apelor industriale.
4	Stații de pompare ape uzate		DrainLift XXL	G 340 m ³ /h H 200 kPa t 40 °C	Stații compacte cu unul sau doua rezervoare-colectoare etanșe pentru apă și gaze. Panoul de protecție și automatizare cu microprocesor	Pompe pentru apele uzate menajere cu sau fără fecaloide care nu pot ajunge gravitațional în conducta de canalizare și apele uzate provenite de la toalete aflate sub nivelul conductei de canalizare.

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI
BIBLIOTECANr.
Inv.